ZUCCHINI

# Distribuzione

## Trasformatori in resina

GUIDA TECNICA 11

# Zucchini risponde

Vuoi richiedere l'invio di cataloghi e guide e ricevere informazioni di carattere commerciale?

Chiama il numero verde:

Numero Verde
800-837035
*

Per informazioni tecniche sui prodotti chiama il numero:

**030.2017100**

Telefonata a carico del chiamante

oppure inoltra un fax al numero:

**030.2009726**

Vuoi scaricare gratuitamente documentazione e software?

Consulta il sito:

**www.zucchinispa.it**

* Numero attivo dal lunedì al venerdì dalle ore 8.30 alle 18.30 e il sabato dalle ore 8.30 alle 12.30

# Richiedi a BTicino

Il presente documento è parte integrante di una serie di guide tecniche destinate ad installatori e progettisti.

## DOCUMENTAZIONE TECNICA DISTRIBUZIONE:

Criteri di progettazione

BTDIN

MEGATIKER e MEGASWITCH

MEGABREAK

Selettività e back-up

TICONTROL

SPD

Quadri, armadi e centralini

# INDICE


**Caratteristiche generali 2**

Descrizione trasformatori EdM 2
Certificazioni 3
Applicazioni 4
Gamma 6
Caratteristiche costruttive 8
Avvolgimento di media tensione 9
Avvolgimento di bassa tensione 11
Caratteristiche ambientali, climatiche e di resistenza al fuoco 12
Sistema CLE (bassa emissione elettromagnetica certificata) 13

**Criteri di scelta dei trasformatori 14**

**Informazioni tecniche 36**

**Installazione e manutenzione 55**

# Descrizioni trasformatori EdM

EdM vanta una lunga esperienza nella produzione di trasformatori inglobati in resina epossidica sottovuoto fino a 36kV, offrendo al mercato prodotti di elevata qualità con prestazioni eccellenti in numerosi e diversi ambiti applicativi. **EdM è uno tra i più importanti produttori di trasformatori in resina in Europa**, capace di garantire, grazie ad un costante investimento in ricerca e sviluppo, un processo produttivo all'avanguardia sia sotto il profilo della produttività che della qualità del prodotto.

La rispondenza alle specifiche Norme Internazionali e Nazionali, così come la conformità alle classi C2, E2, F1, consente di impiegare i trasformatori EdM in numerosi contesti installativi ed ambientali. L'assenza di liquidi isolanti, l'autoestinguenza senza emissioni di gas tossici e i contenuti livelli di rumorosità, rappresentano inoltre una tutela per l'ambiente e per la salute delle persone.

# Certificazioni

**NORME**
La sicurezza e la continuità di esercizio delle specifiche utenze dipendono in modo essenziale dall'affidabilità dei trasformatori installati.
**I trasformatori in resina EdM sono stati progettati e realizzati secondo le prescrizioni stabilite dalle principali normative nazionali ed internazionali.**

**PROVE E COLLAUDO**
Tutti i trasformatori in resina prodotti da EdM, prima di essere forniti al cliente, vengono singolarmente collaudati e devono superare con esito positivo le prove di accettazione ed eventualmente di tipo, se espressamente richieste in fase di ordinazione.
Al termine delle prove di accettazione viene allegato ad ogni trasformatore uno specifico bollettino di collaudo.

Sia la società committente che l'eventuale cliente finale possono riservarsi il diritto di partecipare ai collaudi presso la sala prova di EdM e di poter procedere, previo avviso, a visite ispettive prima e durante il corso dell'esecuzione della commessa.

**PROVE DI ACCETTAZIONE**

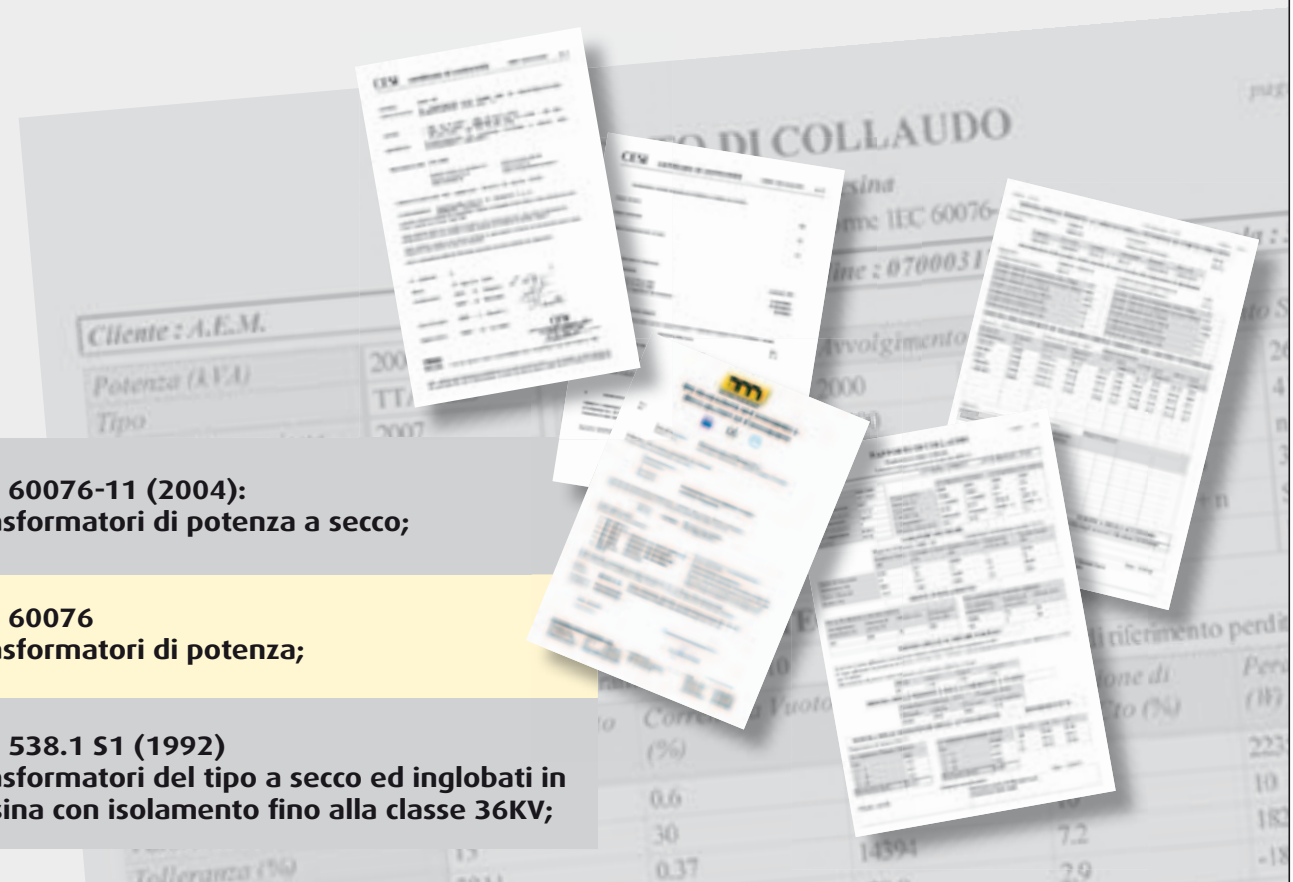
| | |
|---|---|
| • Misura della resistenza degli avvolgimenti | IEC 60076-1 |
| • Misura del rapporto di trasformazione e controllo delle polarità e dei collegamenti | IEC 60076-1 |
| • Misura tensione di corto circuito e delle perdite dovute al carico | IEC 60076-1 |
| • Misura delle perdite a vuoto e della corrente a vuoto | IEC 60076-1 |
| • Prova di isolamento con tensione applicata | IEC 60076-3 |
| • Prova di isolamento con tensione indotta | IEC 60076-3 |
| • Misura delle scariche parziali | IEC 60076-11 |

**PROVE DI TIPO**

| | |
|---|---|
| • Prova ad impulso atmosferico | IEC 60076-3 |
| • Prova di riscaldamento | IEC 60076-2 |

**PROVE SPECIALI**

| | |
|---|---|
| • Misura del livello di rumore | IEC 60076-10 |
| • Prova di tenuta al cortocircuito | IEC 60076-11 |



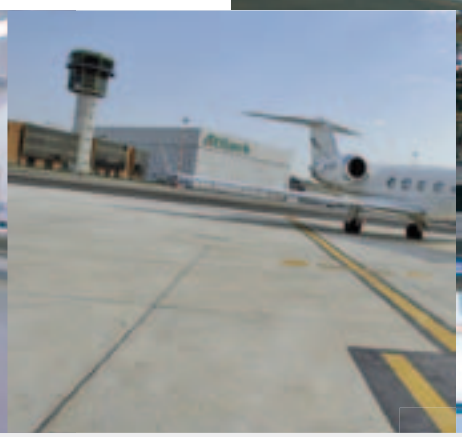

**IEC 60076-11 (2004):**
**Trasformatori di potenza a secco;**

**IEC 60076**
**Trasformatori di potenza;**

**HD 538.1 S1 (1992)**
**Trasformatori del tipo a secco ed inglobati in resina con isolamento fino alla classe 36KV;**

# Applicazioni

I trasformatori in resina EdM trovano impiego in un vasto campo di applicazioni e rappresentano la risposta più affidabile per impianti di distribuzione, produzione di energia, raddrizzamento, trazione e per soluzioni speciali.



**DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA:**

**TERZIARIO**
- Ospedali
- Banche
- Scuole
- Centri commerciali e culturali
- Centri direzionali

**INFRASTRUTTURE**
- Aeroporti
- Installazioni militari
- Porti ed installazioni off-shore

**INDUSTRIA IN GENERE**

**CONVERSIONE E RADDRIZZAMENTO**

- Sistemi di condizionamento
- Gruppi di continuità
- Ferrovie, metropolitane, tramvie e funivie
- Impianti di sollevamento e pompaggio
- Linee di saldatura
- Forni a induzione
- Propulsione navale

**TRASFORMATORI ELEVATORI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA**

- Parchi eolici
- Impianti fotovoltaici
- Impianti di cogenerazione
- Applicazioni industriali

## TRASFORMATORI PER RADDRIZZAMENTO E TRAZIONE

I trasformatori per raddrizzamento e trazione sono caratterizzati da:

- perdite totali estremamente basse
- progetto ottimizzato in base al carico armonico specifico dell'applicazione
- dimensioni contenute
- avvolgimenti studiati per ottimizzare la sovratemperatura di funzionamento
- progetto resistente alle sollecitazioni di rete

## TRASFORMATORI PER GENERATORI EOLICI E FOTOVOLTAICI

I trasformatori per generatori eolici e fotovoltaici sono caratterizzati da:

- perdite totali estremamente basse
- altezza e larghezza molto contenute
- elevata resistenza all'impulso atmosferico
- progetto ottimizzato per carichi variabili
- elevata silenziosità di esercizio
- predisposizione per il montaggio di scaricatori
- predisposizione per l'integrazione meccanica nel generatore eolico

## TRASFORMATORI PER APPLICAZIONI MARINE

I trasformatori per applicazioni marine sono caratterizzati da:

- progetto ottimizzato in base al carico armonico specifico
- dimensioni e peso contenuti
- esperienza di EdM nel settore specifico
- adattabilità del progetto alle condizioni dimensionali di installazione
- box specifico di contenimento e raffreddamento

# Gamma

La gamma di trasformatori in resina EdM è molto ampia e consente di rispondere a tutte le esigenze del mercato, attraverso un'offerta di prodotti di serie ed un'offerta di prodotti speciali su specifica richiesta.

**OFFERTA PRODOTTI DI SERIE:**

Trasformatori di distribuzione
- Potenza nominale: 100÷3150 kVA
- Tensione nominale primaria: fino a 36kV
- Tensione nominale secondaria: fino a 433V

**OFFERTA PRODOTTI SPECIALI:**

Trasformatori speciali
- Potenza nominale: fino a 20.000 kVA
- Tensione nominale primaria: fino a 36kV
- Tensione nominale secondaria: a richiesta

Per i trasformatori speciali, si prega di contattare EdM, che offrirà tutta la necessaria assistenza e competenza tecnica nell'individuare la corretta soluzione per soddisfare al meglio le caratteristiche e le esigenze specifiche del progetto.

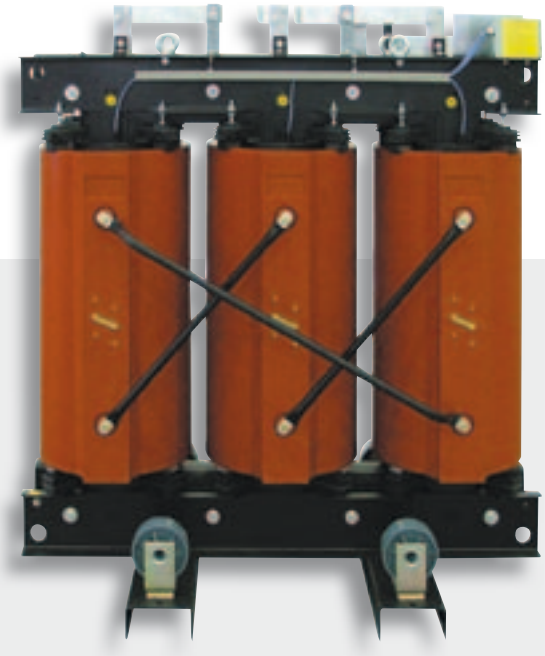
I trasformatori in resina EdM di serie, vengono classificati in base alle perdite a vuoto $P_0$.
Sono disponibili quattro categorie di trasformatori:

**R – RIDOTTE**

**N – NORMALI**

**D – DISTRIBUZIONE**

**S – STANDARD**



I trasformatori in resina EdM vengono forniti:
- in esecuzione standard (grado di protezione IP00)
- con box di protezione a richiesta (grado di protezione IP21, IP31 o IP23)

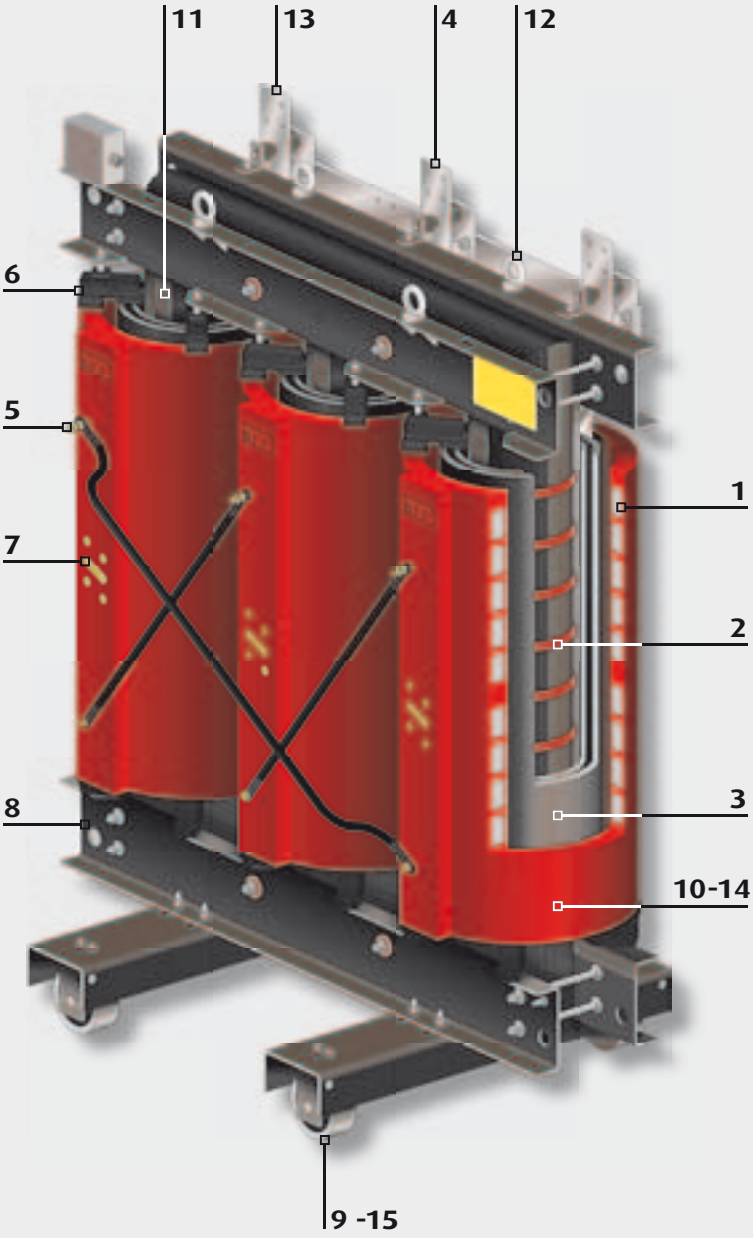
**EQUIPAGGIAMENTO DI SERIE**
- Ruote orientabili
- Golfari di sollevamento
- Morsetti per il collegamento a terra

**ACCESSORI A RICHIESTA**
- Termosonde Pt100 con cassetta di collegamento
- Termistori PTC (in alternativa alle termosonde Pt100)
- Centralina elettronica per il controllo termico, con ingressi per PTC, senza visualizzazione della temperatura
- Centralina elettronica per il controllo termico, con ingressi per Pt100 e visualizzazione della temperatura
- Sistemi di ventilazione forzata per aumentare la potenza del trasformatore
- Terminazioni MT per connessioni ad innesto (Elastimold)
- Box di protezione trasformatore
- Kit di messa a terra
- Kit di scaricatori di tensione

Per ulteriori accessori o esecuzioni speciali si prega di contattare EdM.

# Caratteristiche costruttive

EdM si distingue per una produzione di alta qualità, grazie all'utilizzo di tecniche e apparecchiature costruttive all'avanguardia, all'attenzione costante durante tutto il processo produttivo e ad un controllo severo in fase finale, che interessa il 100% della produzione.




**1** Avvolgimenti MT in bobine di nastro di alluminio, inglobate in resina sotto vuoto.

**2** Nucleo a tre colonne in lamierino magnetico a cristalli orientati ad alta permeabilità, disponibile anche a basse perdite.

**3** Avvolgimenti BT in lastra/foglio di alluminio e materiale isolante impregnate sotto vuoto.

**4** Attacchi BT in esecuzione verso l'alto (standard) o verso il basso (a richiesta).

**5** Attacchi MT in esecuzione verso l'alto (standard) o verso il basso (a richiesta).

**6** Pressabobine con inserti in gomma che attenuano la trasmissione delle vibrazioni tra nucleo e avvolgimenti e riducono al minimo il rumore di funzionamento generato del trasformatore oltre ad assorbire le dilatazioni termiche degli elementi.

**7** Prese sul lato MT per l'adattamento della tensione primaria alla rete, impostabili con trasformatore fuori tensione.

**8** Struttura, armature e carrello, realizzati con robusta lamiera in acciaio verniciato.

**9** Carrello con ruote orientabili su due direzioni perpendicolari.

**10** L'isolamento in resina epossidica ha un elevato punto di infiammabilità ed un'elevata autoestinguenza e rende il trasformatore esente da manutenzione.

**11** Il controllo della temperatura di funzionamento è effettuato tramite sonde Pt100 oppure PTC poste nell'avvolgimento BT.

**12** Golfari di sollevamento a norma DIN-580 UNI-2947 con aggancio di sicurezza a 4 punti.

**13** Predisposizione opzionale del collegamento BT per allacciarsi ai condotti sbarra Zucchini.

**14** Materiali isolanti in classe F, con sovratemperatura degli avvolgimenti di 100° K.

**15** Il carrello consente una sicura movimentazione ed è predisposto per il montaggio di un box di contenimento solidale.

# Avvolgimento di media tensione

L'avvolgimento di Media Tensione, eseguito su macchine avvolgitrici altamente automatizzate, è costruito con la tecnica del disco continuo e realizzato in nastro di alluminio, con integrato un doppio strato di materiale isolante.
Questo tipo di lavorazione consente di ottenere un'uniformità dello spessore interno ed esterno della resina e garantisce l'uniforme resistenza a sollecitazioni dielettriche, alle quali il trasformatore sarà sottoposto in fase di collaudo o nel corso del suo esercizio sul luogo di installazione.

Sull'avvolgimento primario sono previste le prese per la regolazione della tensione primaria pari al valore ± 2 x 2,5%, realizzate con boccole in ottone affioranti dalla resina, bulloneria in ottone e numerazione indelebile (non con etichette adesive).
La classe termica dei materiali isolanti impiegati corrisponde alla classe F, con le sovratemperature ammesse dalla norma IEC 60076-11.

Moderne avvolgitrici a controllo elettronico.

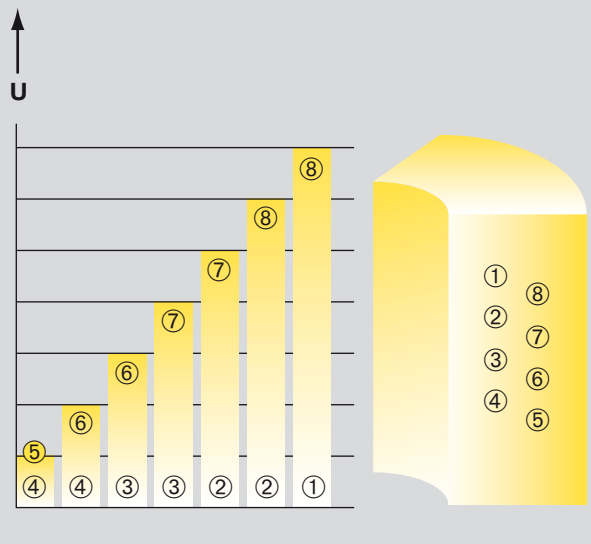
L'impianto di colata sotto vuoto spinto.

# Avvolgimento di media tensione

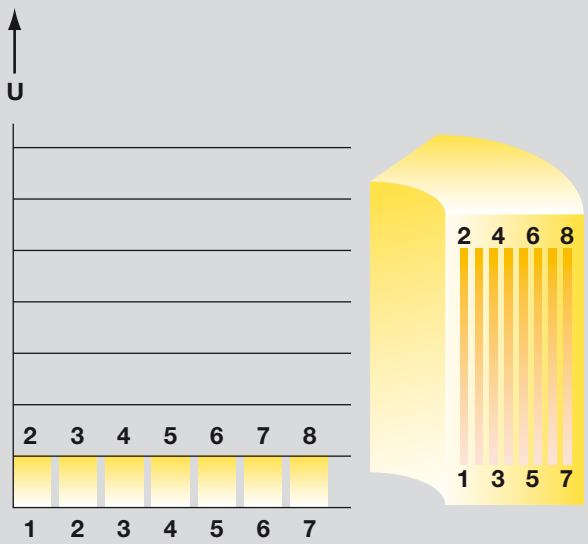
La realizzazione degli avvolgimenti di MT in nastro, anziché in filo, sollecita in misura minore l'isolante posto tra le spire. Negli avvolgimenti tradizionali, realizzati con un conduttore a sezione circolare, ciascuno strato dell'avvolgimento è costituito da un numero n di spire affiancate. Negli avvolgimenti realizzati con conduttori a nastro, ciascuno strato è costituito da una sola spira.

Se si indica con $u_s$ la tensione di una singola spira di un avvolgimento, negli avvolgimenti a nastro la tensione fra spire appartenenti a due strati adiacenti è sempre pari a $u_s$, mentre negli avvolgimenti tradizionali tale tensione assume il valore massimo di $(2n - 1)\ u_s$, come evidente nell'immagine successiva.

**Ripartizione della tensione tra le spire dell'avvolgimento di media tensione**




Avvolgimento realizzato con conduttore a filo:
la tensione aumenta con il numero delle spire



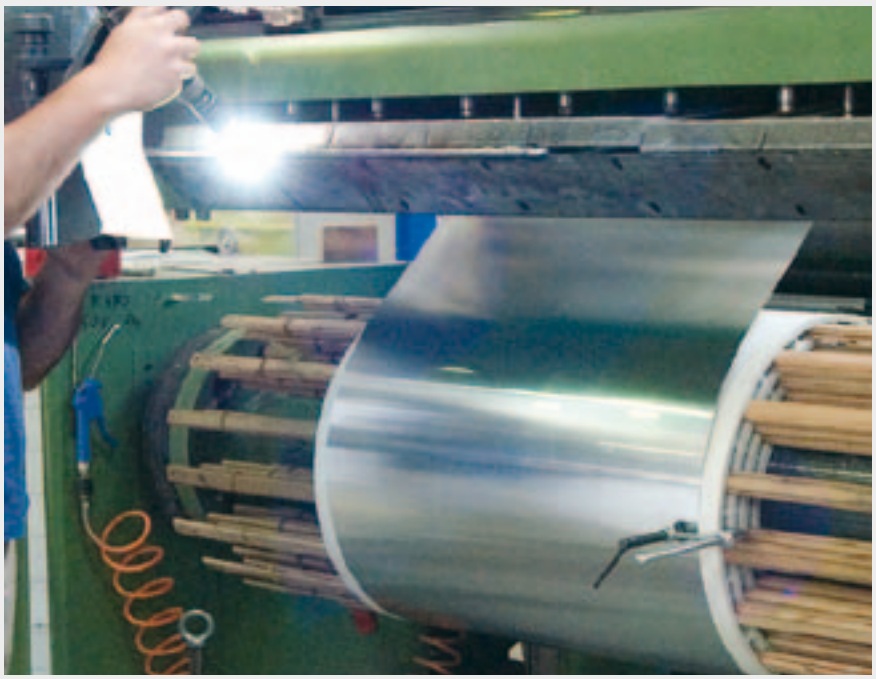

Avvolgimento realizzato con conduttore a nastro:
la tensione si ripartisce in modo uniforme

I trasformatori con avvolgimenti a nastro presentano quindi una maggior capacità di tenuta alle tensioni ad impulso e a frequenza industriale, nonché una minor probabilità di essere sede di scariche parziali. L'avvolgimento a nastro ha anche il vantaggio di ridurre drasticamente gli sforzi assiali dovuti alle correnti di cortocircuito.

# Avvolgimento di bassa tensione

L'avvolgimento di Bassa Tensione, realizzato a mezzo di apposite avvolgitrici, è composto da un nastro di alluminio unico, di altezza meccanica pari all'altezza elettrica dell'avvolgimento di MT, con integrato un foglio di materiale isolante che può essere in classe F oppure in classe H. L'avvolgimento siffatto garantisce all'avvolgimento stesso una compattezza tale da formare un unico cilindro resistente ad eventuali sforzi assiali e radiali, conseguenti a fenomeni di corto circuito.
Tutte le saldature del nastro conduttore con le barre di uscita sono realizzate mediante saldatura di testa in atmosfera inerte e sotto controllo elettronico, in modo da evitare qualsiasi codolo di materiale che possa incidere o danneggiare, per sollecitazione ripetuta, l'isolante interposto tra capo di uscita e spira successiva.
Tale avvolgimento è poi impregnato con resina epossidica, mediante trattamento sotto vuoto, in modo da conferire la necessaria compattezza ed omogeneità, oltre che evitare l'assorbimento di umidità nel corso della vita della macchina, in qualsiasi ambiente la stessa si trovi ad operare.
Questo trattamento consente di rispondere alla classificazione del sistema a livello F1 secondo le norme IEC 60726 e IEC 60076-11.

Sistema di avvolgimento BT



Saldatura TIG in atmosfera controllata per gli attacchi BT.

# Caratteristiche ambientali, climatiche e di resistenza al fuoco

La norma IEC 60076-11 (HDL 464 S1 1988) identifica con un codice alfanumerico le classi ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco dei trasformatori a secco.

- **classe ambientale (E0 – E1- E2 )**
- **classe climatica (C1 – C2)**
- **classe di comportamento al fuoco (F0 – F1)**

Grazie all'utilizzo di una resina epossidica di elevata qualità, tutti i trasformatori EdM riducono al minimo l'impatto ambientale e sono conformi alle seguenti classi:

- **classe ambientale E2**
- **classe climatica C2**
- **classe di comportamento al fuoco F1**

## PROVE AMBIENTALI

### E0
Nessuna condensa sul trasformatore, inquinamento trascurabile, installazione in ambiente pulito e asciutto.

### E1
Condensa occasionale e modesto inquinamento.

### E2
Il trasformatore è soggetto a condensa consistente, a inquinamento intenso, o ad entrambi i fenomeni.

## PROVE CLIMATICHE

### C1
Il trasformatore non è atto a funzionare a temperature inferiori a –5°C, ma può essere esposto a –25°C durante il trasporto e il magazzinaggio.

### C2
Il trasformatore può funzionare, essere trasportato ed immagazzinato fino a –25°C.

## RESISTENZA AL FUOCO

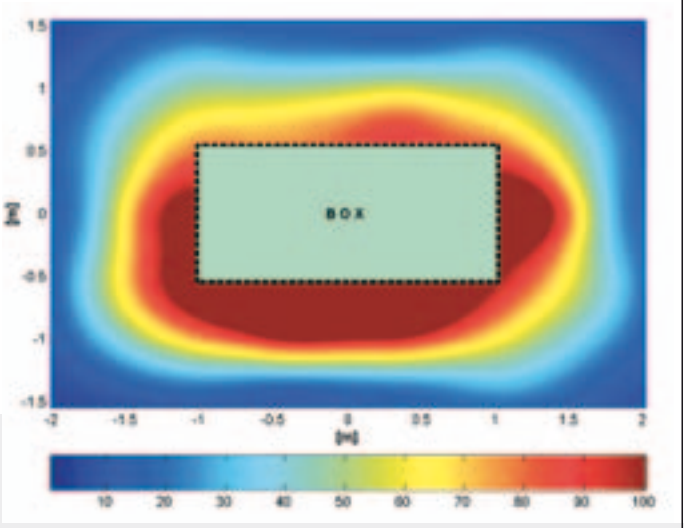
### F0
Non è previsto il rischio d'incendio e non sono
prese misure per limitare l'infiammabilità.

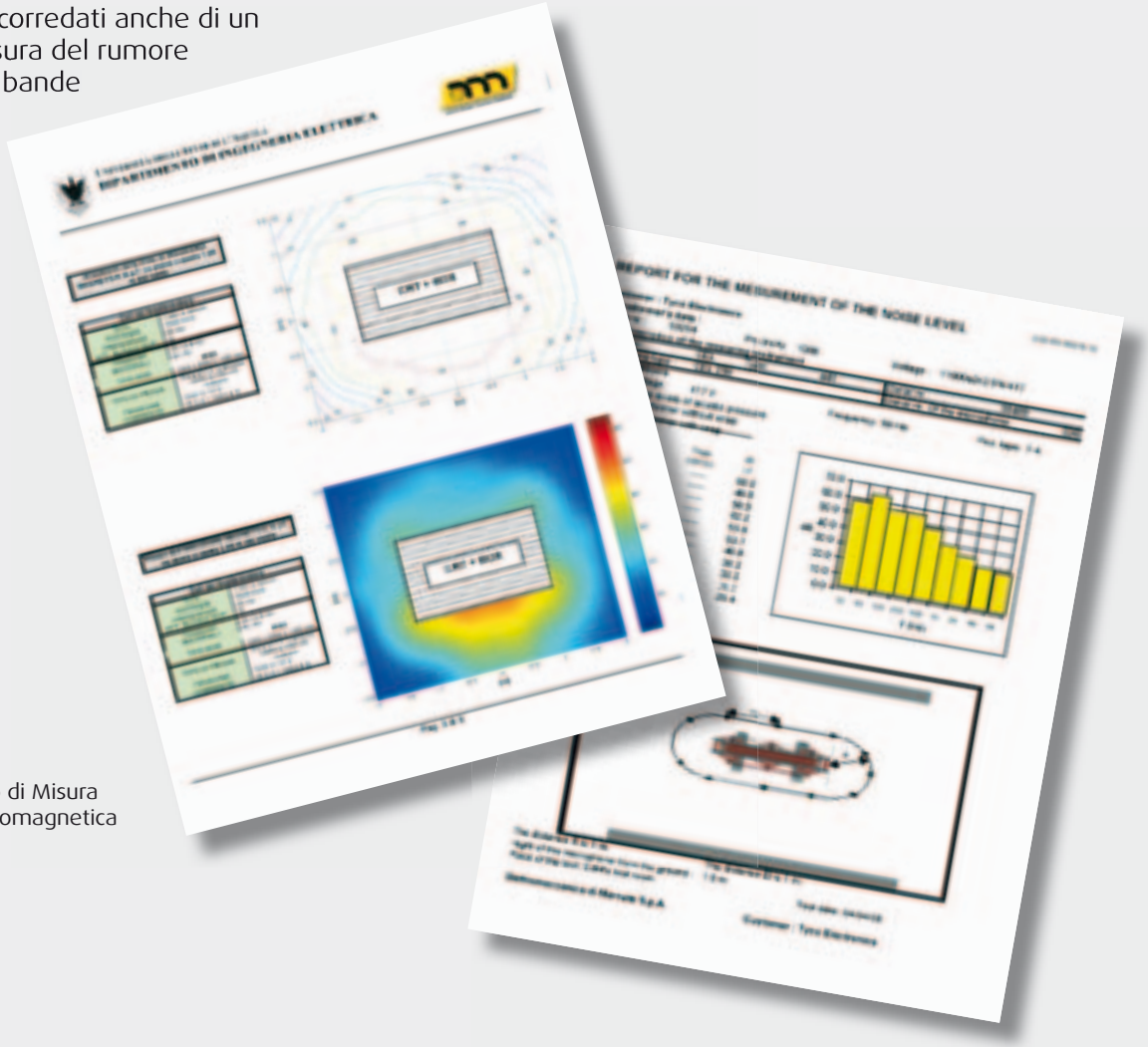
### F1
Il trasformatore è soggetto a rischio d'incendio ed è richiesta un'infiammabilità ridotta.
Il fuoco sul trasformatore deve estinguersi entro limiti prestabiliti.

La classe termica dei materiali isolanti impiegati è corrispondente alla classe F e le sovratemperature ammesse sono quelle riportate nelle specifiche norme relative al prodotto trasformatore.

# Sistema CLE (bassa emissione elettromagnetica certificata)

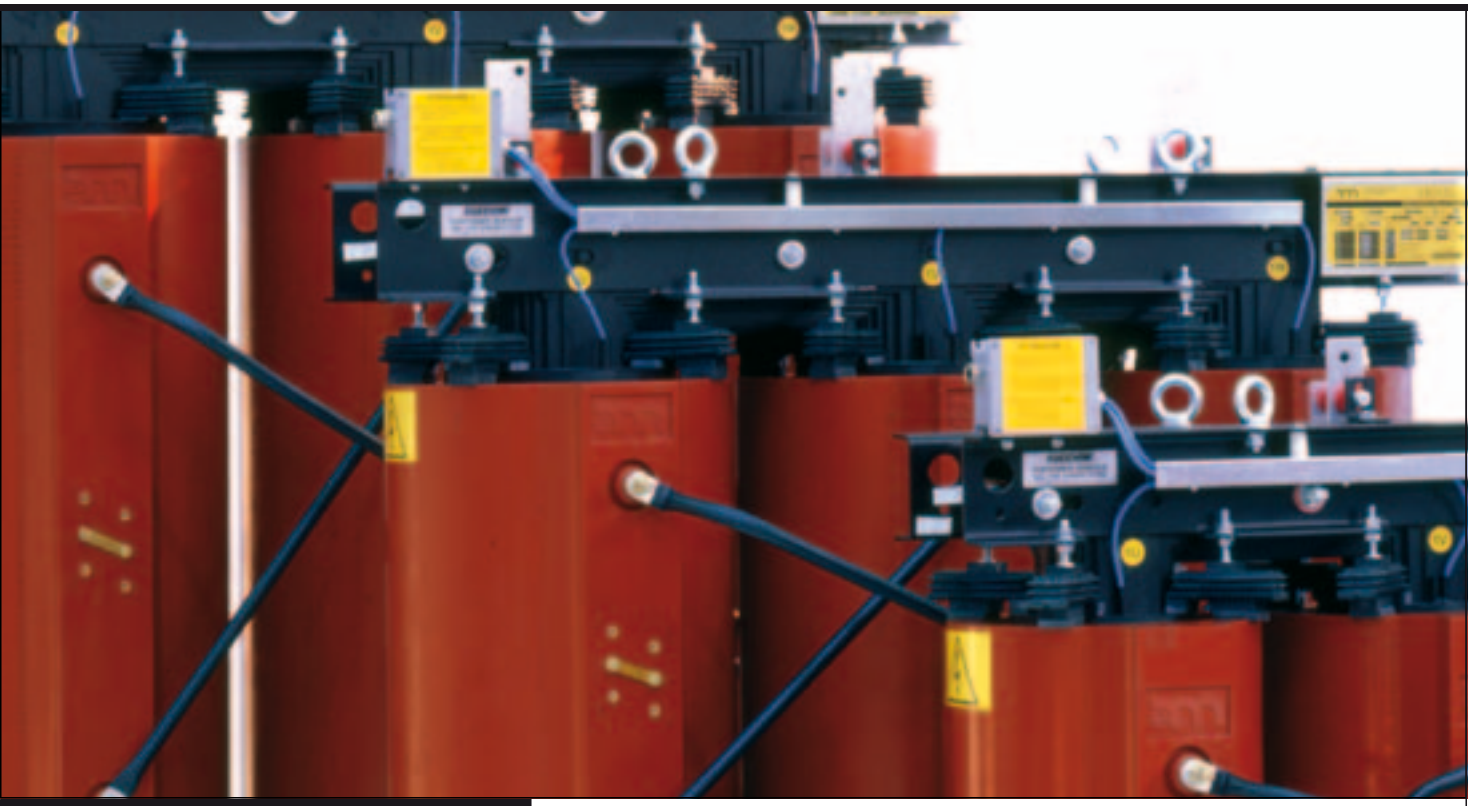
Il Sistema CLE a bassa emissione elettromagnetica è conforme al DPCM 8/7/2003, e si applica alle sottostazioni e alle cabine elettriche in media e bassa tensione.
Il sistema di trasformazione CLE (Certified Low Emission) consiste in una gamma di particolari trasformatori in resina alloggiati in box, progettati e costruiti per poter essere utilizzati in ambienti di lavoro con presenza continuativa di personale.
Le soluzioni costruttive adottate per i sistemi di trasformazione CLE ne limitano infatti l'emissione elettromagnetica a valori molto inferiori di 10 microTesla (l'obiettivo di qualità EdM è di 3 microTesla) in qualunque direzione, come richiesto dal DPCM 8/7/2003.
Ogni sistema di trasformazione CLE viene corredato di uno specifico rapporto di misura delle emissioni elettromagnetiche.
Grazie alla disponibilità di una moderna camera anecoica, i sistemi di trasformazione CLE possono venir corredati anche di un rapporto di misura del rumore articolato sulle bande di emissione.



Esempi di rapporto di Misura di emissione elettromagnetica e di rumore

# CRITERI DI SCELTA DEI TRASFORMATORI



## INDICE DI SEZIONE


16 Tipologie di trasformatori

18 La scelta dei trasformatori

18 Confronto tecnico

19 Vantaggi dei trasformatori in resina EDM

21 Confronto economico

22 Trasformatori a ridotte perdite per il risparmio energetico

24 Protezioni contro le sovratemperature

26 Ventilazione dei trasformatori

28 La protezione contro i sovraccarichi

32 La protezione contro il cortocircuito

33 La protezione contro il cortocircuito con fusibili MT

33 La protezione contro il cortocircuito con interruttore MT

34 Protezione dalle sovratensioni

35 I principali gruppi vettoriali dei trasformatori

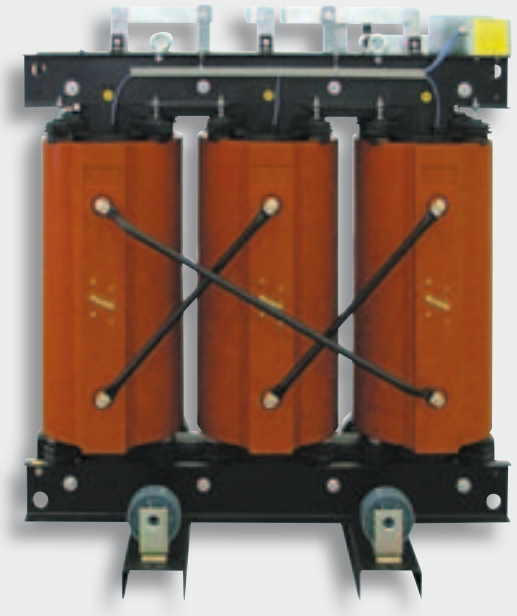
# Tipologie di trasformatori

I trasformatori di media tensione sono generalmente classificati in tre tipologie a seconda delle loro caratteristiche costruttive. Nelle pagine di seguito si vedranno spesso dei confronti tra le caratteristiche dei trasformatori in resina e di quelli in olio.
Le tre tipologie di trasformatori sono:

- Trasformatori a secco isolati in resina
- Trasformatori in olio
- Trasformatori isolati in aria

## TRASFORMATORI IN RESINA

I trasformatori a secco, con uno o più avvolgimenti inglobati, vengono comunemente denominati trasformatori in resina. Queste macchine, grazie all'evoluzione raggiunta nelle tecniche costruttive, trovano sempre più largo impiego per la loro affidabilità e per il minor impatto ambientale rispetto ai trasformatori in olio, in quanto riducono i rischi d'incendio e di spargimento di sostanze inquinanti nell'ambiente.
Gli avvolgimenti di media tensione, realizzati con bobine in fili o, ancora meglio, in nastri di alluminio isolati tra di loro, sono posti in uno stampo, nel quale viene effettuata la colata della resina epossidica sottovuoto, per impedire inclusioni di gas negli isolanti. Gli avvolgimenti risultano così inglobati in un involucro cilindrico, impermeabile, meccanicamente robusto, a superficie liscia, che evita sia il deposito di polveri che l'azione di agenti inquinanti.
Gli avvolgimenti di bassa tensione sono generalmente realizzati in un foglio unico di alluminio, alto quanto la bobina, isolati mediante opportuno materiale e trattamento termico.
I trasformatori in resina sono isolati in classe F con sovratemperature massime dell'ordine di 100°K.



Trasformatore in resina EDM

## TRASFORMATORI IN OLIO

I trasformatori in olio hanno gli avvolgimenti inseriti all'interno di un involucro riempito generalmente di olio minerale, che ha la doppia funzione di garantire un adeguato isolamento tra gli avvolgimenti e le masse e disperdere il calore generato dal normale funzionamento del trasformatore stesso. L'olio aumenta di volume con il crescere della temperatura ambiente o del carico del trasformatore stesso. Per compensare queste variazioni di volume alcuni trasformatori sono dotati di un "vaso di espansione", situato nella parte superiore che serve appunto a compensare le variazioni di volume del liquido isolante. Questo serbatoio, definito "conservatore", comunica con l'esterno mediante filtri che hanno la funzione di eliminare l'umidità che accumulandosi potrebbe provocare dei cedimenti delle proprietà dielettriche dell'olio con conseguenti problemi al trasformatore stesso.
La rigidità dielettrica del liquido isolante può essere seriamente compromessa dall'inefficacia del sistema di filtraggio. Per questo motivo i filtri devono essere verificati periodicamente ed eventualmente sostituiti. Altre tipologie di trasformatori in olio invece non prevedono il conservatore ed il liquido è contenuto nell'involucro a tenuta stagna, dove sono collocati gli avvolgimenti. In questi tipi di trasformatori le variazioni di volume vengono compensate da un polmone di aria secca e azoto che funge da regolatore di volume. Il problema di questi trasformatori è che con il tempo non è possibile garantire la tenuta di questo polmone di aria e azoto.

Trasformatore in olio

## TRASFORMATORI IN ARIA

I trasformatori in aria hanno gli avvolgimenti isolati, mediante la nastratura degli avvolgimenti stessi, il montaggio di setti di materiale plastico e il rispetto di adeguate distanze di isolamento.
Queste macchine hanno un impiego limitato, in quanto le specifiche caratteristiche costruttive le rendono molto sensibili all'umidità, all'inquinamento anche modesto e alla presenza di sostanze chimicamente aggressive. Infatti, l'assorbimento di umidità, come il deposito di polveri, può abbassare il coefficiente dielettrico dei materiali isolanti utilizzati.
E' necessario pertanto seguire un'attenta procedura di messa in servizio, per non pregiudicarne il funzionamento, come l'essiccazione degli avvolgimenti, da effettuare tramite opportune resistenze installate sulla macchina.

Trasformatore in aria

# La scelta dei trasformatori

Il trasformatore è una macchina elettrica ad induzione elettromagnetica la cui funzione è quella di trasferire l'energia elettrica tra due diversi sistemi di tensione alla stessa frequenza. I trasformatori sono disponibili sul mercato in diverse tecnologie costruttive che influiscono in modo significativo sulle caratteristiche elettriche e sui campi di applicazione. Per una corretta scelta del tipo di trasformatore è necessario conoscere le diverse caratteristiche elettriche, termiche e di resistenza alle sollecitazioni dovute a guasti o al normale servizio del trasformatore stesso. La tecnologia costruttiva dei trasformatori determina infine la scelta anche della protezione adeguata. Un altro parametro di cui bisogna tener conto per la scelta del trasformatore è il regime di funzionamento per cui esso è previsto. Ad esempio, nel caso di utilizzo con bassi carichi o a vuoto, è preferibile scegliere dei trasformatori ad olio; in caso contrario è invece consigliabile l'utilizzo di trasformatori a secco con perdite ridotte. Tale scelta è ancor più preferibile quando il funzionamento del trasformatore è per tempi prolungati a carichi superiori al 50% di quelli nominali.

# Confronto tecnico

| Caratteristiche | Resina | Olio | Aria |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Ininfiammabilità | SI | NO | SI |
| Autoestinguenza in caso di guasto elettrico | SI | NO | SI |
| Necessità di strutture antincendio quali fossa di raccolta olio e muri antifiamma | NO | SI | NO |
| Igroscopicità dei materiali isolanti | NO | SI | SI |
| Inquinamento ambiente | NO | SI | NO |
| Avvolgimenti in lastra e buona resistenza a fenomeni di corto circuito | SI | NO | NO |
| Stabilità della resistenza a fenomeni di cortocircuito nella vita della macchina | SI | NO | NO |
| Particolari procedure di messa in servizio | NO | NO | SI |
| Periodica manutenzione | NO | SI | SI |
| Rischi di inquinamento ambientale per perdita di liquido | NO | SI | NO |
| Decadimento delle caratteristiche dielettriche per effetto del tempo e dell'ambiente | NO | SI | SI |
| Insensibilità ad ambienti umidi, salini e tropicali | SI | SI | NO |
| Locazione nel baricentro del carico e riduzione dei costi di impianto e gestione | SI | NO | NO |
| Affidabilità in assenza di manutenzione e scarsa disponibilità di manodopera specializzata in installazione | SI | NO | NO |
| Capacità di sopportare sovraccarichi istantanei elevati di breve durata grazie a ridotta densità di corrente e costante termica elevata | SI | NO | NO |

# Vantaggi dei trasformatori in resina

I trasformatori in resina hanno delle caratteristiche costruttive tali da poter essere considerati adatti alla maggior parte delle installazioni.
I vantaggi principali rispetto a trasformatori in olio possono essere espressi in tre categorie:

**1. riduzione dell'impatto ambientale**

**2. semplificazione dell'installazione**

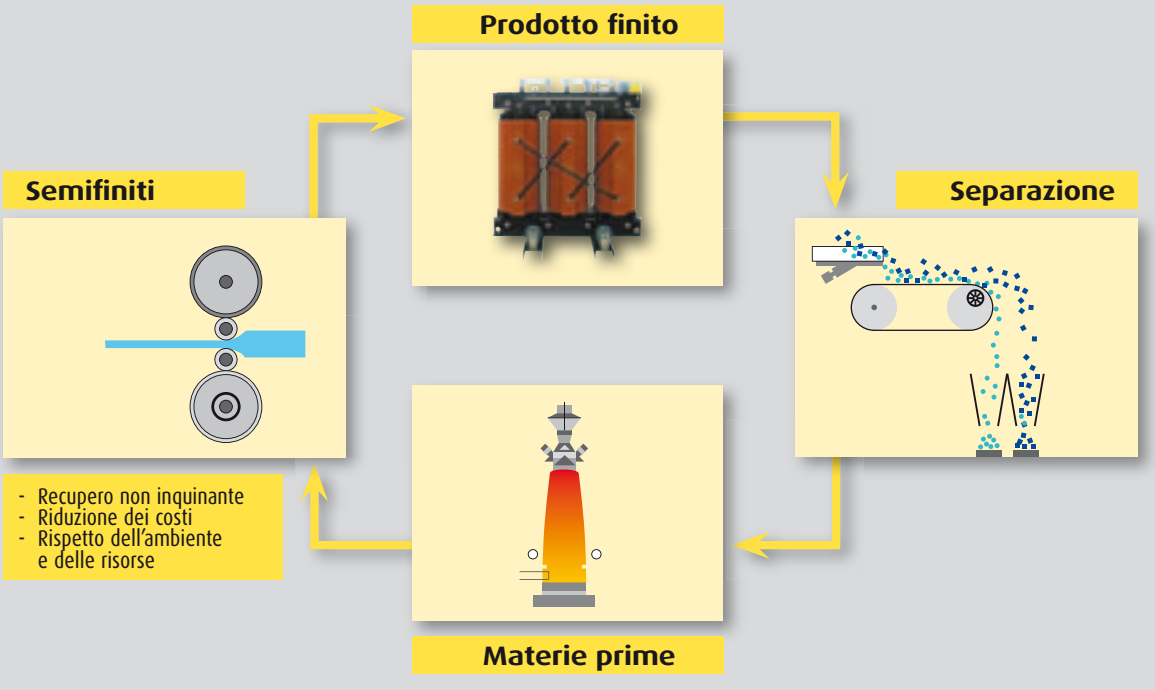
**3. flessibilità in fase di utilizzo**

**1. riduzione dell'impatto ambientale**

- **Maggior sicurezza (basso rischio d'incendio)**
  Grazie all'utilizzo di una resina epossidica di elevata qualità, i trasformatori in resina EdM riducono al minimo l'impatto ambientale e sono conformi alle norme ambientali internazionali IEC 60076-11 (HDL 464 S1 1998).
  I trasformatori EdM sono costruiti interamente con materiali ritardanti la fiamma ed autoestinguenti. Hanno quindi un'infiammabilità ridotta (autoestinguenza) ed un'emissione minima di gas tossici e fumi opachi (classificazione resistenza al fuoco F1); possono funzionare in ambienti umidi, polverosi, salini o inquinati (classificazione prove ambientali E2) e offrono un'elevata resistenza agli shock termici (classificazione prove climatiche C2).

- **Assenza di fluidi di raffreddamento**
  Grazie alla totale assenza di fluidi di raffreddamento i trasformatori in resina EdM non presentano rischi di inquinamento e riducono drasticamente il proprio contributo in caso d'incendio, rispetto a trasformatori in liquido isolante.

- **Recupero dei materiali a fine vita**
  I trasformatori in resina possono essere considerati la forma costruttiva più rispettosa dell'ambiente, il che si rivela particolarmente importante nel momento in cui è necessario smaltire la macchina che ha esaurito il proprio ciclo di vita lavorativo. Ai fini dello smaltimento, la resina è considerata materiale inerte e gli avvolgimenti primari e secondari possono essere facilmente riciclati.



# Vantaggi dei trasformatori in resina

### 2. semplificazione dell'installazione

- **Riduzione delle dimensioni d'ingombro**
  I trasformatori in resina hanno dimensioni d'ingombro inferiori, che si concretizzano con una riduzione di circa il 16% relativamente alla dimensione ed il 10% relativamente al peso.

- **Riduzione di opere edili di posa**
  I trasformatori in resina non necessitano di costose opere edili, richieste invece per i trasformatori in olio, quali pozzetti di raccolta, griglie di spegnimento e barriere di separazione resistenti al fuoco, per evitare la propagazione dell'incendio e lo spargimento dei liquidi isolanti. Per i trasformatori in resina EdM, essendo di classe F1, non è richiesto alcun provvedimento di separazione con barriere tagliafiamma.

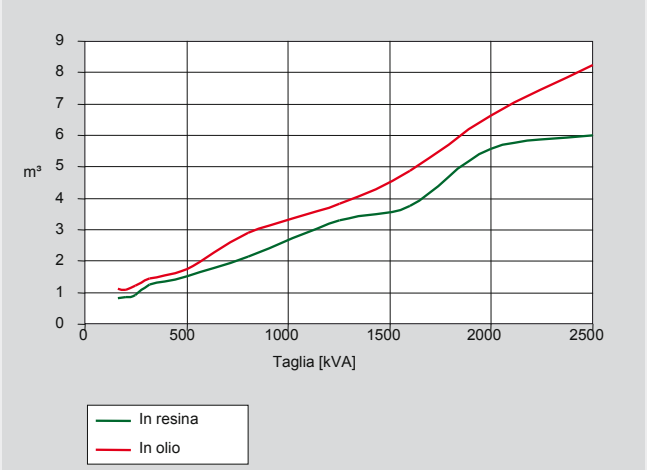
- **Installazione interna agli edifici**
  Grazie alla riduzione di costose opere edili, alla maggior sicurezza (basso rischio d'incendio) ed all'assenza di fluidi di raffreddamento, i trasformatori in resina possono essere installati all'interno degli edifici, anche in prossimità di locali frequentati da persone. E' così possibile contenere gli spazi e i costi d'installazione.
  Inoltre i trasformatori installati all'interno dell'edificio possono essere più vicini ai carichi, con il vantaggio di risparmiare nei costi di collegamento e di ridurre le perdite nella linea di alimentazione.

### 3. flessibilità in fase di utilizzo

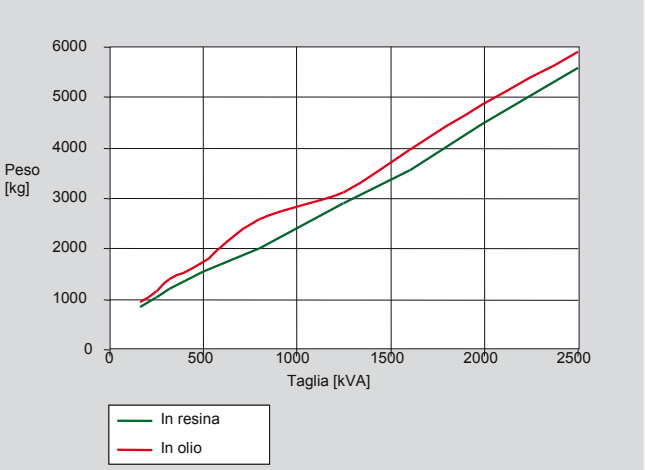
- **Maggiore sovraccaricabilità**
  I trasformatori in resina, usando l'aria come mezzo di raffreddamento ed impiegando più tempo a raggiungere la temperatura di regime, risultano più sovraccaricabili rispetto a trasformatori in liquido isolante e quindi sono particolarmente adatti ad alimentare carichi con frequenti spunti di corrente. I trasformatori possono essere sovraccaricati, purchè la sovratemperatura sugli avvolgimenti non permanga al di sopra dei valori ammissibili per lunghi periodi di tempo. E' possibile aumentare la potenza erogata temporaneamente tramite l'applicazione di appositi sistemi di ventilazione, da utilizzare per fronteggiare particolari situazioni di esercizio (sovraccarichi temporanei o temperatura ambientale elevata) o per disporre di una temporanea riserva di potenza in casi di emergenza (ad esempio il fuori servizio di un trasformatore).

- **Riduzione della manutenzione**
  I trasformatori in resina sono caratterizzati da minori costi di manutenzione in quanto devono soltanto essere ispezionati periodicamente per verificare l'assenza di accumulo di polvere e sporco. I trasformatori in olio invece devono essere sorvegliati per garantire il livello del liquido isolante e verificare che questo conservi inalterate le proprie caratteristiche dielettriche (ad esempio la rigidità dielettrica degli oli minerali diminuisce significativamente in presenza di piccole tracce di umidità).

**Volume del trasformatore (L x A x P)**




**Peso del trasformatore**

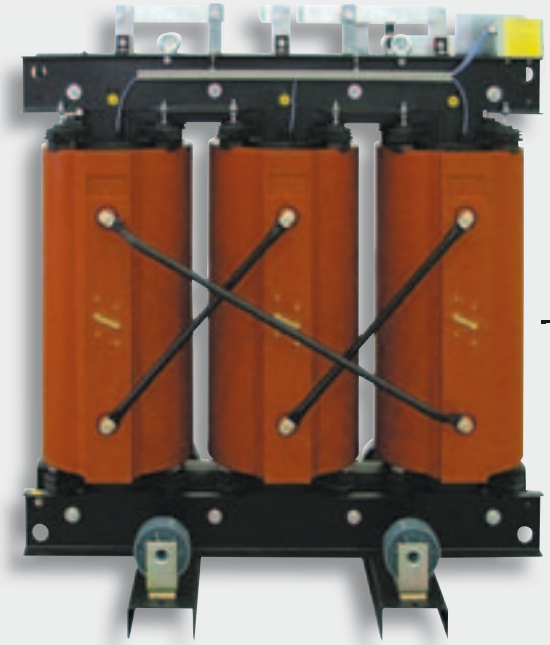


# Confronto economico

Dal punto di vista economico un trasformatore deve essere scelto valutando tutti i costi di seguito riportati:

- costo d'acquisto
- costo della posa
- costi di esercizio
- costi di manutenzione
- costi dovuti allo smaltimento dei materiali

Per verificare correttamente il costo di esercizio di un trasformatore è necessario verificare il rapporto che esiste tra perdite a vuoto **(Po)** e perdite a carico **(Pc)**. Le prime sono indipendenti dal carico e si mantengono costanti per tutto il periodo in cui il trasformatore rimane allacciato alla rete (generalmente 365 giorni all'anno) considerando costanti la tensione e la frequenza di alimentazione. Le perdite dovute al carico sono invece proporzionali al quadrato della corrente e sono variabili, in funzione delle oscillazioni del carico stesso.
Dal punto di vista della spesa spesso la scelta di un trasformatore viene basata esclusivamente sul costo d'acquisto o costo iniziale **(Ci)**. Tuttavia, per valutare la reale economicità di un trasformatore è necessario considerare anche il costo di esercizio **(Ce)**, ovverosia il costo dell'energia elettrica consumata dal trasformatore durante la sua vita. Questo elemento risulta particolarmente importante se si considera l'esigenza di risparmio energetico che tutte le aziende devono oggigiorno affrontare.
Per gli altri parametri da considerare nella valutazione economica vedere il paragrafo "Vantaggi CRT".



**MINOR COSTO D'ACQUISTO**

**MINOR COSTO DELLA POSA**

**MINORI COSTI DI ESERCIZIO**

**MINORI COSTI DI MANUTENZIONE**

**MINORI COSTI DOVUTI ALLO SMALTIMENTO DEI MATERIALI**

**MAGGIORE RISPARMIO**

# Trasformatori a ridotte perdite per il risparmio energetico

La scelta tecnica di un trasformatore è normalmente condotta con la massima attenzione, mentre l'analisi di tipo economico per determinare la tipologia del trasformatore non sempre viene effettuata con altrettanta "scientificità".
I Trasformatori EdM, caratterizzati dalle ridotte perdite consentono un notevole risparmio energetico rispetto ai trasformatori in resina tradizionali.
Di seguito vengono mostrati i risultati di un confronto economico tra due trasformatori in resina valutandone il costo totale (CT = Ci + Ce), in relazione ai valori delle perdite.

Si può osservare il risparmio economico ed energetico determinato dall'utilizzo dei trasformatori EdM a perdite ridotte, rispetto ad un trasformatore a perdite normali.

**Trasformatore A:** trasformatore a perdite ridotte (EdM).
**Trasformatore B:** trasformatore a perdite normali.

Confronto trasformatori

| Dati di confronto | Trasformatore A | Trasformatore B |
|---|---|---|
| An = Potenza nominale | 1000 kVA | 1000 kVA |
| Classe di isolamento | 21 kV | 24 kV |
| n = Vita tecnica del trasformatore | 20 | 20 |
| Po = Perdite a vuoto | 1,8 kW | 3,1 kW |
| Pcc = Perdite a carico nominale | 9,8 kW | 9,8 kW |

costo kWh = 0,19 € (per semplicità di trattazione, il costo di energia si considera costante in tutte le 24 ore) i = 3% (interesse annuo capitale).

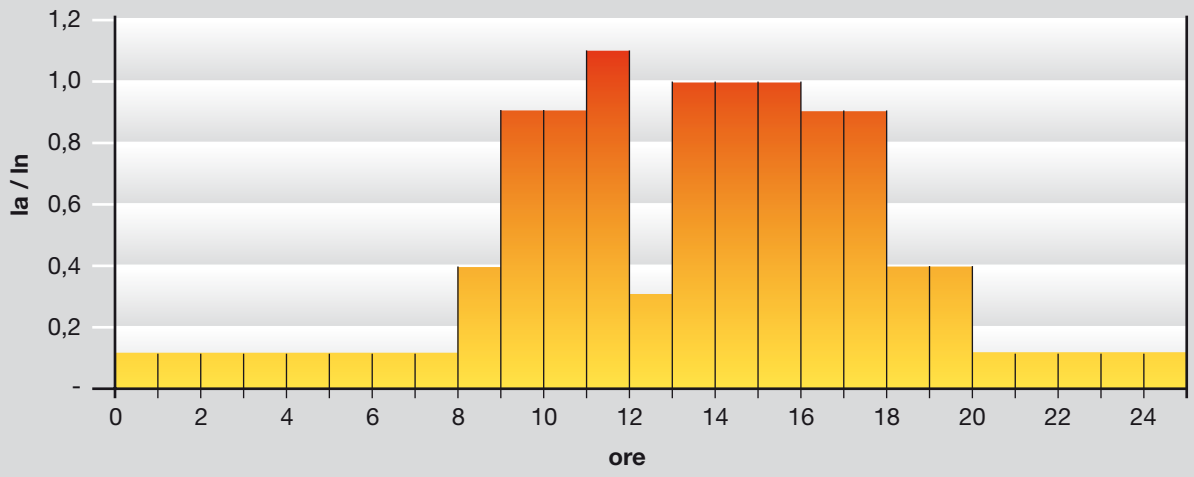



Diagramma di carico nei giorni lavorativi di un piccolo stabilimento industriale
Ia: corrente effettivamente assorbita dal trasformatore
In: corrente nominale del trasformatore
G (giorni lavorativi): 220

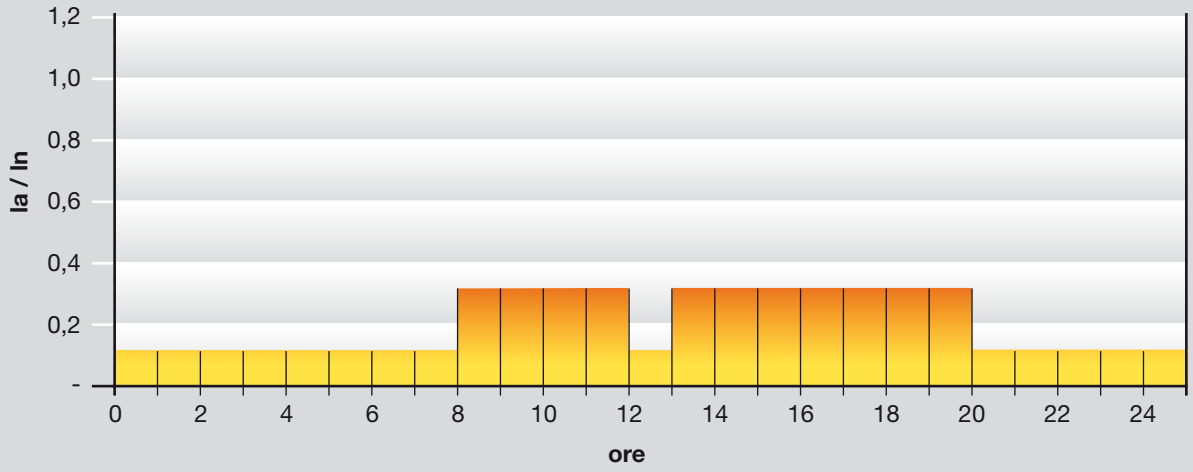
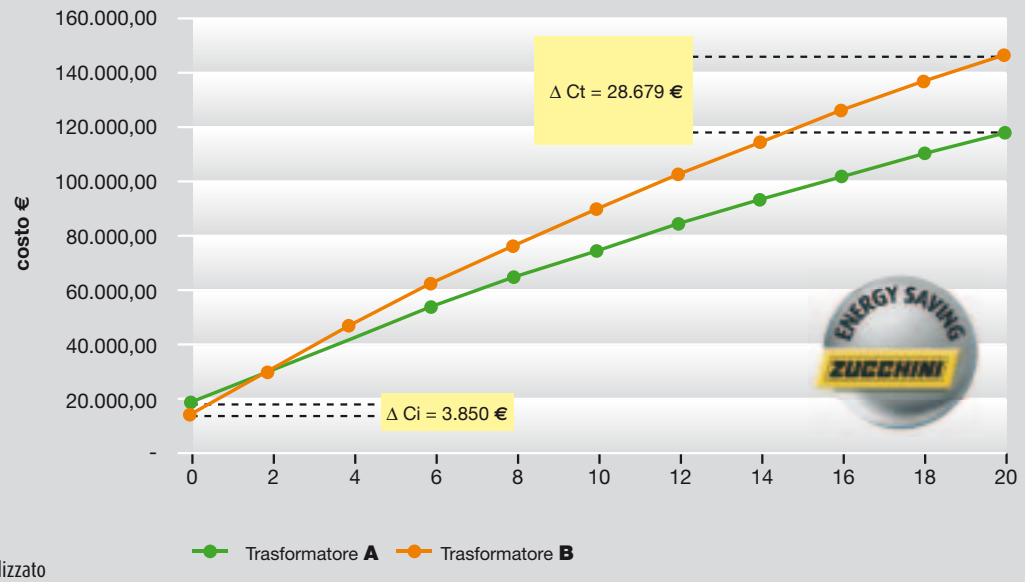



Diagramma di carico nei giorni di riposo di un piccolo stabilimento industriale
G (giorni di riposo): 145

Il risultato finale è che il **trasformatore A** risulta essere il più economico **già dopo soli due anni di vita. Il Δ costo iniziale di 3.850 €** viene completamente recuperato e alla fine della vita del trasformatore si ha **un risparmio di oltre 28.000 €.**




Costo attualizzato

In conclusione, **il costo iniziale** non rappresenta un buon parametro per la scelta di un trasformatore, ma **deve essere considerato come un investimento.** Infatti, con le ipotesi considerate, **il risparmio finale è generalmente sette volte maggiore di quanto si è investito come costo iniziale ed il ritorno dell'investimento avviene in soli due anni.**

Per una scelta attenta del trasformatore, è disponibile sul sito www.zucchinispa.it un programma di calcolo analogo a quello utilizzato nell'esempio.

# Protezioni contro le sovratemperature

Durante il suo normale funzionamento un trasformatore ha delle perdite a vuoto e delle perdite dovute al carico che si traducono fondamentalmente in energia termica dispersa. Questa energia dipende dalle caratteristiche costruttive del trasformatore stesso, dalla potenza e dalle condizioni di installazione. E' bene ricordare che l'energia dispersa termicamente è proporzionale alla temperatura del trasformatore meno la temperatura ambiente. Ad una certa temperatura ambiente, la temperatura del trasformatore dipende prevalentemente delle perdite dovute al carico. All'aumentare del carico aumentano di conseguenza le perdite e la temperatura ambiente favorendo un degrado più rapido degli isolanti e quindi una maggior probabilità di cedimento del dielettrico. Questa situazione si potrebbe anche verificare nel caso in cui, a parità di perdite dovute al carico, dovesse aumentare la temperatura ambiente e conseguentemente la temperatura del trasformatore. Le norme definiscono delle classi di isolamento che indicano le massime temperature raggiungibili dai trasformatori nel loro abituale funzionamento e che non dovrebbero essere superate.

Sonda PTC per la verifica della temperatura

**Classi di isolamento**

| Classe | Trasformatori | Limiti di sovratemperatura media dell'avvolgimento, a corrente nominale |
|---|---|---|
| Classe B | olio | 80 K |
| Classe F | resina | 100 K |
| Classe H | a secco | 125 K |

Le sovratemperature dipendono non solo dal carico e dalle sovracorrenti rilevabili dai dispositivi di protezione, ma anche da fattori ambientali (inefficienza del sistema di raffreddamento, guasto sulla ventilazione forzata, aumento della temperatura ambiente), che influenzano lo smaltimento del calore prodotto dalle perdite specifiche del trasformatore. Per questo sono in genere previsti dispositivi elettronici di rilevazione della temperatura necessari per le segnalazioni di allarme o per lo sgancio di protezione dei trasformatori. Per i trasformatori Edm sono disponibili le seguenti sonde di temperatura: Termosonde Pt100 e Termistori PTC.

- **Pt100**: fornisce un segnale proporzionale alla temperatura rilevata;
- **PTC**: fornisce un segnale ON/OFF a seconda che la temperatura misurata sia minore o maggiore della soglia propria della sonda;

Le sonde vengono posizionate nel punto caldo dell'avvolgimento.
Sia i segnali della Pt100 che della PTC devono essere elaborati dalla centralina di controllo della temperatura che non fa parte dell'equipaggiamento di serie.

Su richiesta sono disponibili altri accessori per il controllo della temperatura:
- un visualizzatore di temperatura separato, da installare su quadro elettrico;
- un relé di uscita per allarme, sgancio e comando dei ventilatori.

**Valori di temperatura tipici di allarme e sgancio dei trasformatori**

| Tipo trasformatore | Ambiente (°C) | Allarme (°C) | Sgancio (°C) |
|---|---|---|---|
| Olio | 40 | 105 | 118 |
| Resina | 40 | 130 | 140 |
| Aria | 40 | 165 | 180 |

**Limiti di sovratemperatura per i trasformatori in resina**

| Parte | Temperatura del sistema isolante (°C) | Sovratemperature massime (K) |
|---|---|---|
| Avvolgimenti: (sovratemperatura misurata con il metodo della variazione della resistenza) | 105 (A) | 60 |
| | 120 (E) | 75 |
| | 130 (B) | 80 |
| | 155 (F) | 100 |
| | 180 (H) | 125 |
| | 200 | 135 |
| | 220 | 150 |
| Nucleo, parti metalliche e materiali adiacenti | - | La temperatura in nessun caso dovrà raggiungere valori tali da danneggiare il nucleo stesso, altre parti o materiali adiacenti |

# Ventilazione dei trasformatori

Come detto in precedenza un trasformatore, durante il suo servizio produce del calore dovuto alle perdite. Questo calore deve essere dissipato dal locale dove il trasformatore è installato. Per fare ciò è necessario verificare se nel locale c'è un'adeguata ventilazione naturale, ed altrimenti provvedere a realizzare una ventilazione forzata.
Le norme CEI UNEL 21010 stabiliscono che la temperatura dell'aria ambiente di installazione, non debba essere superiore ai seguenti valori:
20°C media annuale
30°C media giornaliera
40°C massima
Il sistema di protezione dalle sovratemperature deve essere tarato basandosi sul valore massimo di 40°C che è il valore della temperatura ambiente ammessa dalle normative internazionali IEC, aumentato della sovratemperatura massima prevista dalle norme e dal delta K del punto caldo dove sono collocate le sonde.

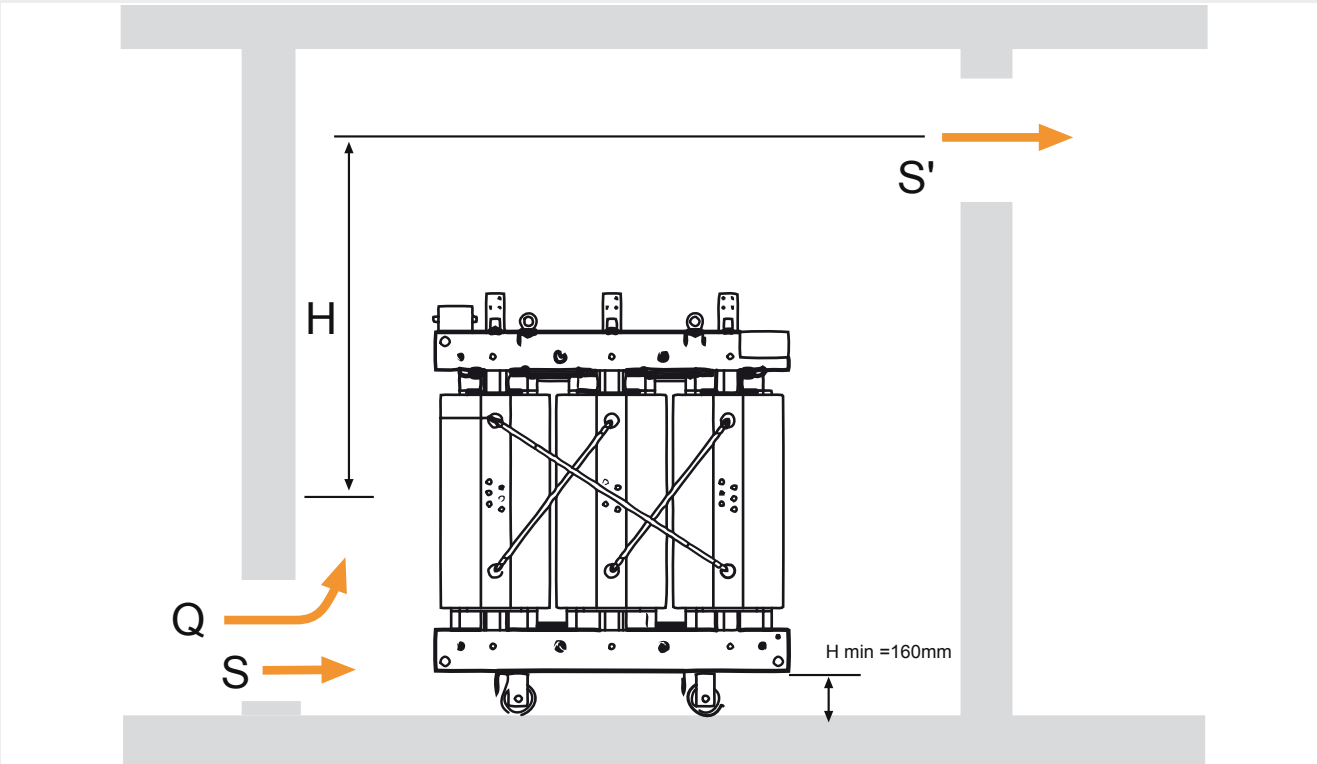
Un buon sistema di raffreddamento si ottiene quando la corrente d'aria entra dal basso e attraversando il locale dove è installato il trasformatore, esce liberamente dall'alto nella parte opposta. Per valutare l'efficacia della ventilazione naturale e di conseguenza verificare la sezione delle bocchette di ventilazione e le eventuali altezze di posizionamento, si prendano in considerazione le seguenti variabili:

TL = perdite totali in kW
dT = differenza di temperatura tra ingresso e uscita dell'aria
Q = flusso d'aria attraverso la finestra inferiore in $m^3$/sec
H = distanza in metri tra la mediana della cabina e la mediana della finestra superiore (finestra di uscita).

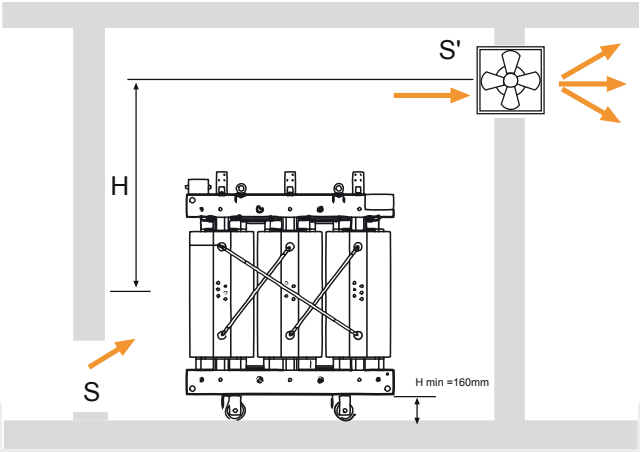
Indichiamo con S la superficie netta della finestra inferiore d'ingresso aria in $m^2$ (escluso la griglia).
Assumendo dT = 15°C, la formula per dimensionare la finestra d'ingresso è:

**S = 0,185 x (TL / √ H)**
(per dT diversi consultare uno specialista).

La finestra d'uscita (S') deve essere circa il 15% più ampia di quella d'ingresso.
Se non è possibile ottenere il flusso d'aria così calcolato, impiegare barre di ventilazione.



Se il locale trasformatore è esiguo o mal ventilato è necessario ricorrere alla ventilazione forzata. Questa si rende necessaria anche quando la temperatura media annua è superiore a 20°C o nel caso di sovraccarichi frequenti del trasformatore. Per non compromettere la convezione naturale nel locale si può installare un estrattore d'aria sulla bocchetta superiore, comandato eventualmente da un termostato.

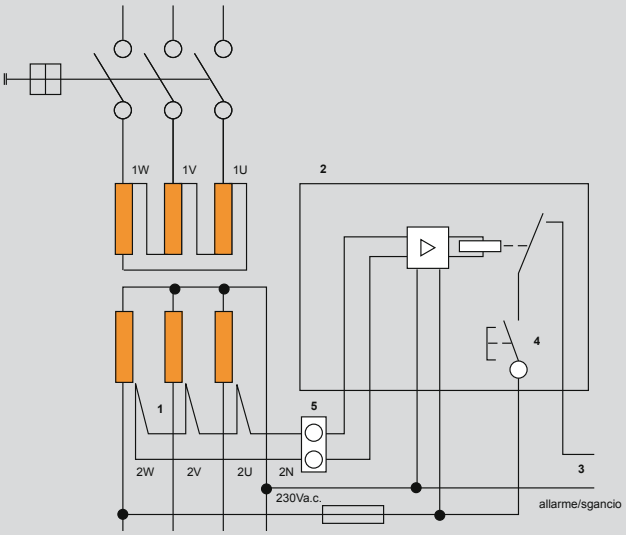



## VERIFICA DELLA TEMPERATURA

La verifica della temperatura può essere realizzata utilizzando dei sensori di temperatura tipo Pt100 oppure mediante l'utilizzo di termometri. Una soluzione alternativa è l'utilizzo di sensori di tipo PTC che però ha lo svantaggio di non rendere disponibile la visualizzazione della temperatura.
Questi sistemi vengono utilizzati per la verifica della temperatura degli avvolgimenti di bassa tensione. Per i trasformatori per l'alimentazione di convertitori statici di corrente, occorre prevedere anche la verifica della temperatura del nucleo magnetico.

## IMPIEGO DEI SENSORI DI TIPO PTC

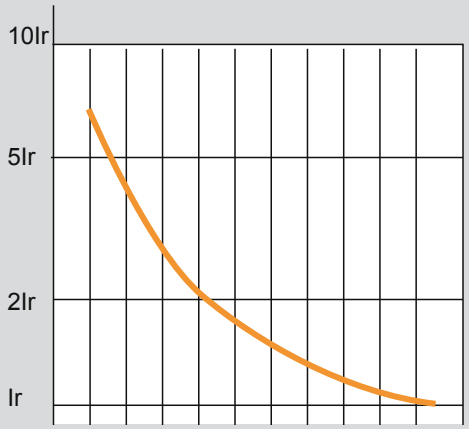
Nei trasformatori trifase, il sistema di verifica è costituito da tre sensori, uno per fase, collegati in serie. I sensori non sono altro che resistenze che inviano il segnale di sgancio ad un relè, quando viene superata la soglia della temperatura di reazione. Il ripristino delle condizioni di lavoro dei sensori si ha velocemente quando la temperatura scende sotto la soglia di 3K. Nel caso siano previsti due sistemi di supervisione, uno dà il segnale di allarme e l'altro di sgancio. I valori di temperatura dei due sistemi si discostano di 20K. Quando il relè di protezione è alimentato dalla rete servita dal trasformatore, un contatto ritardato inibisce i segnali di allarme e sgancio dal momento della messa in servizio del trasformatore all'avvenuta alimentazione della bobina del relè.




1 Sensori di temperatura
2 Relè di protezione
3 Allarme o sgancio
4 Contatto ritardato
5 Morsettiera del trasformatore

# La protezione contro i sovraccarichi

Il sovraccarico è il fenomeno che si verifica quando il valore di corrente assorbito dall'impianto è più alto di quello nominale. Il perdurare di una situazione di sovraccarico porta inevitabilmente al superamento dei limiti di sovratemperatura accettabili, previsti per il trasformatore, con il rischio conseguente del cedimento degli isolanti. Eccezionalmente, in certe condizioni di servizio anomale, può essere accettabile superare le soglie di sovraccarico e sovratemperatura, a discapito dell'aspettativa di vita del trasformatore. Questa situazione talvolta è preferibile ad una interruzione del servizio (dovuta a un momentaneo picco di energia) che potrebbe provocare danni materiali ed economici piuttosto elevati. Nella maggior parte dei casi i sovraccarichi sono di origine transitoria e quindi non hanno generalmente effetto sull'equilibrio termico. Il livello di sovraccarico "accettabile" è funzione delle necessità di continuità di servizio dell'utente o della natura dell'impianto stesso. Per i trasformatori a liquido isolante la circolazione dell'olio di raffreddamento e la forma del cassone di contenimento dei radiatori consentono il rapido ripristino dell'isolamento e la riduzione di innesco delle scariche parziali, consentendo inoltre il raggiungimento in tempi rapidi della temperatura di esercizio del trasformatore stesso. Per i trasformatori in resina invece, l'elemento di raffreddamento è l'aria e quindi la temperatura di regime viene raggiunta in tempi più lunghi. In queste condizioni i trasformatori in resina sono più sovraccaricabili e ciò ne consente l'utilizzo in impianti con carichi in cui sono frequenti spunti di corrente. Tutto ciò è valido purché le sovratemperature sugli avvolgimenti non permangano per valori superiori a quelli ammissibili in tempi troppo lunghi. A parziale soluzione del problema si può tuttavia ricorrere a ventilatori radiali da applicare ai trasformatori in resina che consentono il sovraccarico del trasformatore fino al 150% della potenza nominale. E' bene ricordare tuttavia che all'aumentare della potenza aumentano anche le perdite dovute al carico che dipendendo dal quadrato della corrente possono raggiungere anche 2.25 volte il valore nominale. Si consiglia di utilizzare i ventilatori assiali solo in casi particolari e temporanei per il raffreddamento degli avvolgimenti o per avere una sorta di riserva di energia da poter utilizzare in situazioni di emergenza.




Capacità di sovraccarico di un trasformatore in olio

Esempio di ventilatori radiali per CRT

## IL SOVRACCARICO NELLA DISTRIBUZIONE PUBBLICA

Nella distribuzione pubblica, la priorità nel breve periodo viene data alla continuità di servizio. Per questo motivo i sovraccarichi non portano generalmente a un distacco del trasformatore. Sempre per lo stesso motivo generalmente i circuiti in bassa tensione sono sempre sovradimensionati e di conseguenza un sovraccarico del trasformatore non corrisponde mai ad un sovraccarico dei conduttori. E' bene però prestare attenzione quando i sovraccarichi si ripetono troppo frequentemente. In questa situazione l'ente distributore dovrà sostituire il trasformatore con un modello di maggiore potenza.

Aeroporto

## IL SOVRACCARICO NELLA DISTRIBUZIONE INDUSTRIALE

In un'installazione industriale, il sovraccarico può essere di breve o di lunga durata. In queste installazioni, immediatamente a valle del trasformatore c'è sempre il quadro generale di distribuzione equipaggiato con interruttori di protezione contro il sovraccarico ed il cortocircuito. La gestione quindi del sovraccarico è delegata di fatto agli interruttori sul lato bassa tensione sui quali si procederà al distacco dei carichi in modo automatico o controllato.

Fabbrica

## IL SOVRACCARICO NELLA DISTRIBUZIONE NEL TERZIARIO

Nelle installazioni del terziario, come uffici, centri commerciali, la continuità di servizio è fondamentale. In queste tipologie applicative difficilmente si verificano condizioni di carico periodico che presentino regimi di avviamento o comportamenti simili. Per garantire quindi la massima continuità di servizio anche in presenza di sovraccarichi è essenziale che i carichi considerati non prioritari vengano gestiti e scollegati all'occorrenza dal trasformatore sul lato Bassa Tensione.

Centro commerciale

# La protezione contro i sovraccarichi

## PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI MEDIANTE INTERRUTTORI

Per una corretta protezione contro i sovraccarichi, i valori di corrente assorbita dall'impianto non dovrebbero superare una soglia compresa tra il 110 ed il 150% della corrente nominale. La protezione dal sovraccarico può essere prevista sia sul lato di Media Tensione che sul lato Bassa Tensione, a seconda della potenza del trasformatore. Con trasformatori di bassa potenza è opportuno posizionare la protezione sul lato in Bassa Tensione, mentre nel caso di trasformatori con potenze elevate è consigliabile prevedere la protezione sul lato di Media Tensione. La protezione contro i sovraccarichi sul lato MT si realizza impiegando interruttori MT associati a protezioni di massima corrente a tempo costante o a tempo indipendente. Questi interruttori garantiscono anche la protezione contro le alte correnti di guasto. La protezione sul lato BT si realizza invece impiegando interruttori in Bassa Tensione installati nel quadro di distribuzione generale. Questi interruttori hanno una curva a tempo inverso che protegge il trasformatore. Per la corretta protezione del trasformatore l'interruttore è regolato in funzione della corrente nominale del trasformatore a monte. E' necessario tuttavia tenere conto anche del coordinamento selettivo cronometrico dell'interruttore nei confronti degli altri interruttori installati sul lato BT. Per un approfondimento sull'argomento si rimanda alla specifica guida DE08G/CP "Criteri di Progettazione". E' bene inoltre tener conto degli eventuali guasti che si possono verificare lontano dai trasformatori, tra le fasi o tra fase e terra. In questo caso si ricorda che la corrente di guasto è bassa (circa 2-3 volte la In del trasformatore). Questi tipi di guasto non devono essere sottovalutati, perché anche se di lieve entità, qualora fossero persistenti potrebbero essere estremamente dannosi per il trasformatore. Per una protezione adeguata del trasformatore nei confronti di questi guasti è quindi consigliabile prevedere degli interruttori con sganciatori predisposti con la funzione "memoria termica".

Interruttore MEGABREAK BTicino

## PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI MEDIANTE MISURA DELLA TEMPERATURA

Il sovraccarico, come detto in precedenza, è associato fondamentalmente ad una sovratemperatura che è il vero elemento da tenere sotto controllo, in quanto i suoi effetti possono portare al rapido deterioramento degli isolanti ed al cedimento del dielettrico del trasformatore. Il controllo quindi della temperatura è un fattore determinante per la protezione stessa del trasformatore. Per il controllo quindi della temperatura, i trasformatori in resina vengono generalmente equipaggiati con termoresistori, collegati a loro volta ad unità di gestione e controllo, che segnalano o sganciano direttamente il trasformatore al superamento delle soglie definite. I trasformatori in resina EdM hanno questi termoresistori installati nelle vicinanze delle parti più critiche dal punto di vista termico. Per i trasformatori in olio invece la misurazione in temperatura viene gestita utilizzando dei termostati. Il liquido dielettrico funziona come un fluido refrigerante per gli avvolgimenti e tende a livellare la temperatura interna del trasformatore. L'utilizzo di un termostato come dispositivo di misura consente di gestire più soglie di intervento, utilizzabili ad esempio per l'attivazione di trasferimento del carico oppure per il raffreddamento forzato del trasformatore.

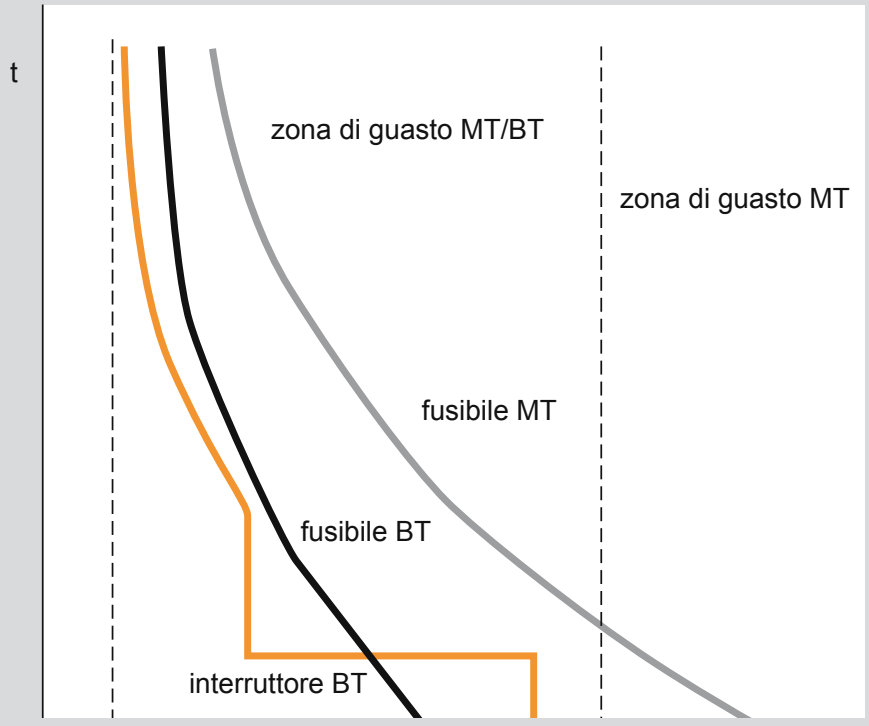
Centralino controllo temperatura Pt100

Unità controllo ventilatori

Esempio di installazione centralina controllo temperatura Pt100

# La protezione contro il cortocircuito

Le norme di riferimento prescrivono che i trasformatori devono essere calcolati e costruiti per resistere senza danni agli effetti termici e meccanici dovuti ai cortocircuiti esterni. L'impedenza dei circuiti in bassa tensione è il fattore determinante per il calcolo delle correnti di cortocircuito che potrebbero essere dannose, dal punto di vista delle sollecitazioni elettromeccaniche per un trasformatore con un guasto immediatamente a valle. Un guasto sul lato di Bassa tensione vicino ai terminali del trasformatore ha come effetti una sollecitazione termica ed una sollecitazione meccanica sul trasformatore stesso che sono funzione dei valori e della durata del guasto. I trasformatori sono progettati per resistere ai cortocircuiti tra i loro terminali nella situazione più critica che corrisponde ad avere una sorgente di guasto infinita e cortocircuito franco. E' bene ricordare tuttavia che i guasti ripetuti possono avere effetti cumulativi che possono contribuire al rapido invecchiamento degli isolanti. Per ovviare a questo problema è quindi necessario prevedere dei dispositivi di protezione (fusibili o interruttori automatici) in grado di limitare questi effetti e ridurre i rischi di danneggiamento per effetti termici del trasformatore. Per una protezione efficace è quindi necessario prevedere le adeguate protezioni sia sul lato Bassa Tensione, che su quello di Media Tensione (tenendo conto degli eventuali coordinamenti selettivi necessari).




Selettività tra fusibili MT e dispositivi di protezione BT

# Protezione contro il cortocircuito con fusibili MT

I fusibili, grazie alla loro economicità e facilità d'uso sono largamente utilizzati per la protezione dei trasformatori di distribuzione nelle reti pubbliche. Se la semplicità e l'economicità sono dei sicuri vantaggi è anche vero però che ci sono dei limiti nell'impiego dei fusibili. Il loro utilizzo è spesso previsto nelle condizioni di protezione base dove non sono richieste particolari esigenze di coordinamento selettivo o di continuità di servizio. I fusibili sono caratterizzati da un valore di corrente nominale e da una caratteristica di fusione tempo/corrente. I fusibili MT sono normalmente disponibili in 2 versioni: fusibili ad espulsione e fusibili a limitazione. I primi sono generalmente utilizzati nel sistema di distribuzione di tipo aereo. I secondi invece trovano una maggiore diffusione negli impianti, grazie alla loro capacità di rispondere entro pochi millisecondi ad alte correnti. L'elevata velocità di risposta è il parametro che offre la capacità di limitazione del fusibile stesso e che consente una protezione adeguata anche nelle condizioni più gravose riducendo il rischio di danneggiamento della macchina e dei circuiti associati. La scelta del fusibile più corretto per le esigenze di protezione

Esempio di fusibile MT

è tuttavia molto complessa e deve tener conto di diversi fattori. Un errore nella scelta del fusibile potrebbe infatti portare a disservizi dovuti alla fusione dello stesso, se sottodimensionato, oppure alla mancata protezione se sovradimensionato.

I criteri per una corretta scelta del fusibile dovrebbero essere:
- la tensione di servizio del trasformatore;
- le correnti di inserzione;
- il livello di sovraccarico temporaneo del trasformatore;
- il tempo di eliminazione del guasto sul lato BT;
- il livello di selettività con le protezioni BT.

# Protezione contro il cortocircuito con interruttore MT

Per avere una protezione più efficace, con livelli di regolazione delle soglie di corrente e dei tempi di intervento e per poter realizzare la selettività rispetto alle protezioni poste a valle del trasformatore sul lato BT, si ricorre sempre più spesso all'installazione di interruttori di Media Tensione. Gli interruttori MT posti a monte del trasformatore sono dotati di relé di protezione con soglie che raramente corrispondono alla corrente nominale del trasformatore monitorato. Questo fa sì che ci siano degli scostamenti delle curve di protezione verso valori di correnti più alti, con un conseguente incremento del livello di selettività.

Esempio di interruttore MT

Un interruttore di protezione dedicato al trasformatore MT deve avere i seguenti requisiti:
- maggiore velocità d'intervento del dispositivo di protezione MT immediatamente a monte;
- maggiore velocità possibile per valori di corrente maggiori della corrente di cortocircuito sul lato BT;
- deve lasciar passare le correnti di inserzione;
- deve garantire il monitoraggio della zona di sovraccarico.

# Protezione dalle sovratensioni

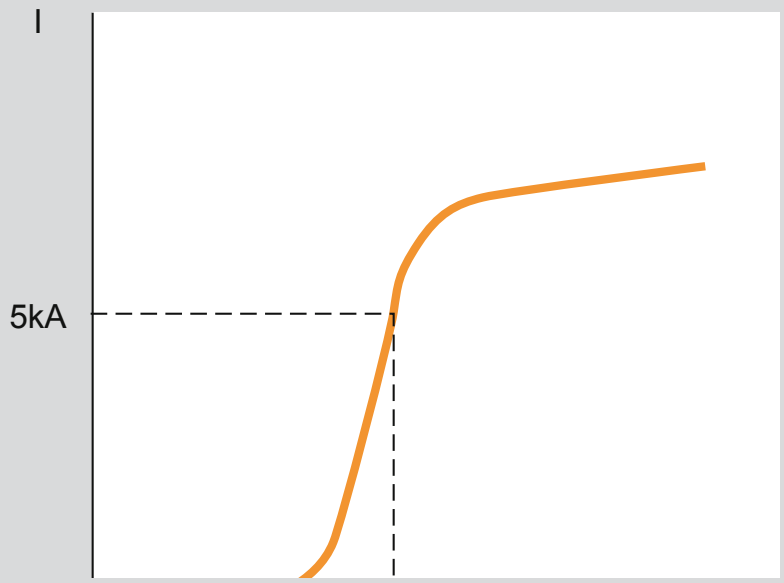
I trasformatori possono essere interessati dalle sovratensioni transitorie indotte sulla rete alla quale sono collegati. Queste sovratensioni dovute a fulminazioni dirette o indirette, o ancora a manovre elettriche di macchine installate sul lato BT, possono dare origine a loro volta a sollecitazioni sul dielettrico del trasformatore che potrebbero causare il rapido invecchiamento dello stesso ed il conseguente cedimento nel tempo, dando origine a guasti per la macchina. Le condizioni più critiche si hanno normalmente durante la messa fuori tensione dei trasformatori mediante dispositivi di manovra che interrompono le correnti. Si ricorda che la gravità di una sovratensione dipende dal valore di picco e dalla velocità di variazione della tensione, fattore che porta ad una distribuzione irregolare delle sollecitazioni negli avvolgimenti. Il rischio di esposizione alle sovratensioni è legato in prima istanza al luogo di installazione e successivamente ai seguenti fattori:

- tipo di rete di distribuzione MT e tipo di rete BT (aerea o sotterranea);
- presenza o meno di dispositivi di limitazione delle sovratensioni (scaricatori o spinterometri);
- lunghezza e tipo di connessioni rete/trasformatore;
- tipo di apparecchiature collegate e condizioni di manovra;
- qualità dei collegamenti di terra e di cabina.

I guasti provocati dalle sovratensioni interessano l'isolamento del trasformatore e dei suoi componenti e possono essere distinti in:

- guasti tra le spire dello stesso avvolgimento (caso più frequente);
- guasti tra avvolgimenti;
- guasti tra l'avvolgimento sollecitato e una parte conduttrice contigua (nucleo o serbatoio).

Per una protezione efficace dei trasformatori rispetto alle sovratensioni si possono utilizzare gli spinterometri e gli scaricatori di sovratensione (molto più performanti). Per maggiori approfondimenti sul tema della protezione contro le sovratensioni si rimanda alla specifica guida tecnica DE07G/SPD.

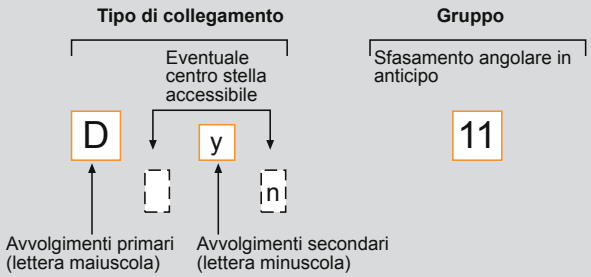



Esempio di curva caratteristica di uno scaricatore in Ossido di Zinco (ZnO) per reti 20 kV con livello di isolamento a 125 kV "a impulso".

# I principali gruppi vettoriali dei trasformatori

Gli avvolgimenti interni possono essere collegati a stella, a triangolo oppure a zig-zag. A seconda della modalità di connessione il sistema di tensioni indotte sul lato bassa tensione risulta sfasato rispetto alla tensione in media con angoli multipli di 30°. La modalità di connessione degli avvolgimenti viene identificata mediante 3 lettere (maiuscole per il primario e minuscole per il secondario):

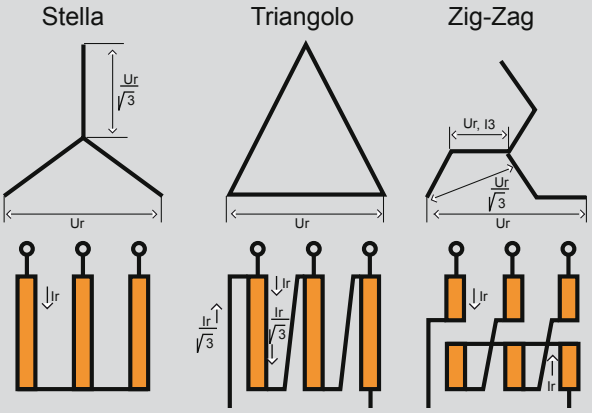
**Y** - collegamento a stella
**D** - collegamento a triangolo
**Z** - collegamento a zig-zag

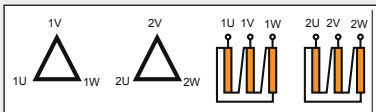
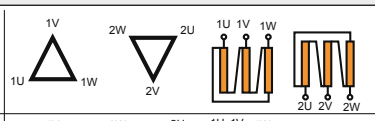
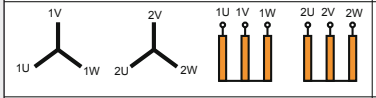
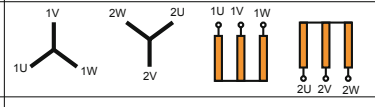
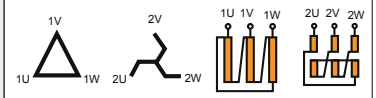
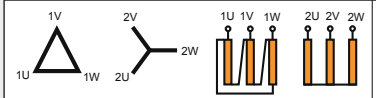
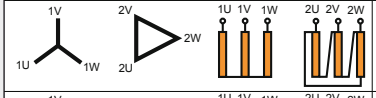
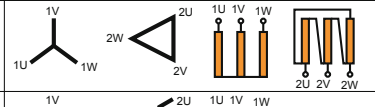
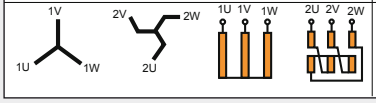
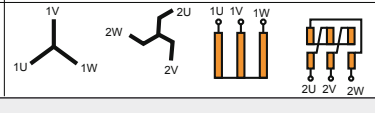



Associati a queste lettere vengono identificati dei numeri che rappresentano lo sfasamento, con cui sono ripartiti in 4 gruppi:

Gruppo 0 – sfasamento nullo
Gruppo 11 – 330°
Gruppo 6 – 180°
Gruppo 5 – 150°

La scelta del gruppo di inserzione di un trasformatore è uno dei fattori importanti per determinare il regime di funzionamento in funzione del carico. La condizione ideale si ha quando il carico è equilibrato su tutte le fasi, tuttavia questa condizione è spesso impossibile da ottenere. Per questo motivo è importante conoscere lo sfasamento tra le fasi del primario e del secondario. Nella tabella di seguito sono riportati gli schemi di inserzione tipici.




| | | | |
|---|---|---|---|
|  | **Dd0** |  | **Dd6** |
|  | **Yy0** |  | **Yy6** |
|  | **Dz0** | | **Dz6** |
|  | **Dy11** | | **Dy5** |
|  | **Yd11** |  | **Yd5** |
|  | **Yz11** |  | **Yz5** |

# INFORMAZIONI TECNICHE

## INDICE DI SEZIONE


38 Classe d'isolamento 12 kV

42 Classe d'isolamento 17,5 kV

46 Classe d'isolamento 24 kV

50 Classe d'isolamento 36 kV

52 Terminali di connessione BT

53 Box solidali

54 Accessori

# Classe d'isolamento 12 kV

## DATI TECNICI da 100 a 500 kVA

| kVA | Codice | V prim | V sec | Uk% | Po (W) | Pk(W) | | Io% | Pressione acustica | Potenza acustica | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kV | V | | | 120° | 75° | | LPA | LWA | kg |
| **100** | **EB2RBCBA** | 10 | 400 | 4 | 320 | 2000 | 1760 | 1,8 | 40 | 51 | 550 |
| | **EB2NBCBA** | 10 | 400 | 4 | 440 | 2000 | 1760 | 1,9 | 46 | 59 | 550 |
| **160** | **EC2RBCBA** | 10 | 400 | 4 | 440 | 2700 | 2380 | 1,6 | 43 | 54 | 700 |
| | **EC2NBCBA** | 10 | 400 | 4 | 610 | 2700 | 2380 | 1,7 | 50 | 62 | 700 |
| **200** | **ED2RBCBA** | 10 | 400 | 4 | 540 | 3150 | 2770 | 1,4 | 45 | 56 | 800 |
| | **ED2NBCBA** | 10 | 400 | 4 | 720 | 3150 | 2770 | 1,5 | 51 | 63 | 800 |
| **250** | **EE2RBCBA** | 10 | 400 | 4 | 600 | 3500 | 3080 | 1,1 | 46 | 57 | 950 |
| | **EE2RACBA** | 10 | 400 | 6 | 580 | 3700 | 3260 | 1,1 | 46 | 57 | 910 |
| | **EE2NBCBA** | 10 | 400 | 4 | 820 | 3500 | 3080 | 1,2 | 52 | 65 | 950 |
| | **EE2NACBA** | 10 | 400 | 6 | 750 | 3700 | 3260 | 1,2 | 52 | 65 | 910 |
| | **EE2DACBA** | 10 | 400 | 6 | 910 | 3800 | 3340 | 1,5 | 55 | 67 | 980 |
| | **EE2SACBA** | 10 | 400 | 6 | 1050 | 3800 | 3340 | 1,9 | 58 | 70 | 1050 |
| **315** | **EF2RBCBA** | 10 | 400 | 4 | 730 | 4400 | 3870 | 1 | 47 | 59 | 1050 |
| | **EF2RACBA** | 10 | 400 | 6 | 700 | 4600 | 4050 | 1 | 47 | 59 | 1000 |
| | **EF2NBCBA** | 10 | 400 | 4 | 880 | 4400 | 3870 | 1,1 | 53 | 67 | 1050 |
| | **EF2NACBA** | 10 | 400 | 6 | 850 | 4600 | 4050 | 1,1 | 53 | 67 | 1000 |
| | **EF2DACBA** | 10 | 400 | 6 | 1050 | 4600 | 4050 | 1,4 | 56 | 69 | 1150 |
| | **EF2SACBA** | 10 | 400 | 6 | 1320 | 4600 | 4050 | 1,8 | 59 | 72 | 1200 |
| **400** | **EG2RBCBA** | 10 | 400 | 4 | 880 | 4900 | 4360 | 0,9 | 48 | 60 | 1250 |
| | **EG2RACBA** | 10 | 400 | 6 | 790 | 5400 | 4810 | 0,9 | 48 | 60 | 1200 |
| | **EG2NBCBA** | 10 | 400 | 4 | 1150 | 4900 | 4360 | 1 | 53 | 68 | 1250 |
| | **EG2NACBA** | 10 | 400 | 6 | 1000 | 5400 | 4810 | 1 | 53 | 68 | 1200 |
| | **EG2DACBA** | 10 | 400 | 6 | 1320 | 5600 | 5000 | 1,3 | 57 | 70 | 1200 |
| | **EG2SACBA** | 10 | 400 | 6 | 1630 | 5600 | 5000 | 1,7 | 60 | 73 | 1250 |
| **500** | **EH2RBCBA** | 10 | 400 | 4 | 1020 | 6500 | 5780 | 0,8 | 49 | 61 | 1450 |
| | **EH2RACBA** | 10 | 400 | 6 | 920 | 6700 | 5960 | 0,8 | 49 | 61 | 1400 |
| | **EH2NBCBA** | 10 | 400 | 4 | 1300 | 6500 | 5780 | 0,9 | 54 | 69 | 1450 |
| | **EH2NACBA** | 10 | 400 | 6 | 1200 | 6700 | 5960 | 0,9 | 54 | 69 | 1400 |
| | **EH2DACBA** | 10 | 400 | 6 | 1630 | 6700 | 5960 | 1,2 | 57 | 71 | 1400 |
| | **EH2SACBA** | 10 | 400 | 6 | 1790 | 6700 | 5960 | 1,5 | 60 | 74 | 1500 |

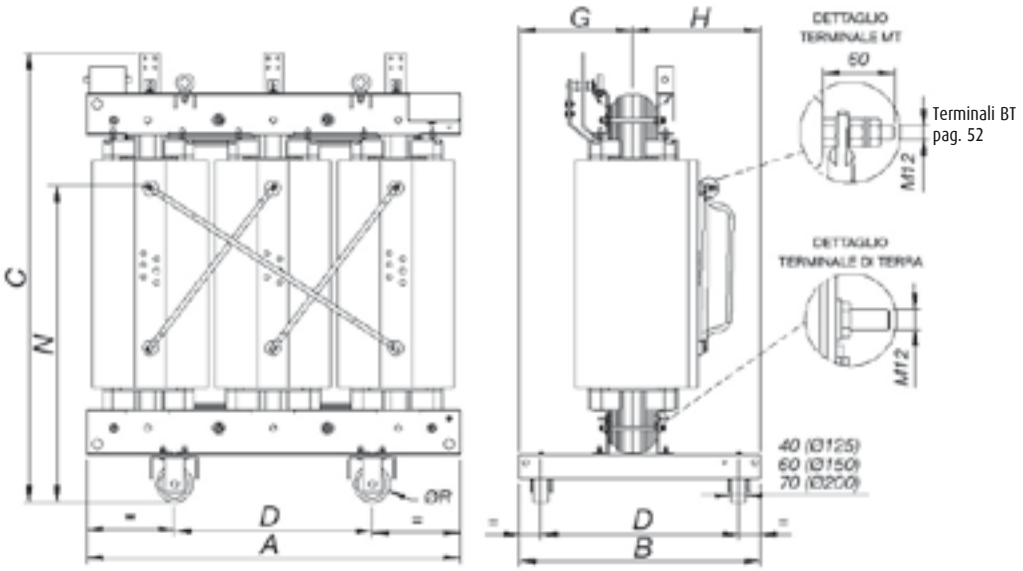
| | | | |
|---|---|---|---|
| Norme | CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1 | | |
| Potenza (kVA) | 100 ÷ 3150 | | |
| Frequenza (Hz) | 50 | | |
| Tensioni Primarie (kV) | 6 - 10 - 11 | classe d'isolamento | 12 kV BIL 60/75 kV |
| Tensioni Secondarie (V) | 400 - 433 | classe d'isolamento | 1,1 kV |
| Regolazione, lato MT | ± 2 x 2,5% | | |
| Gruppo vettoriale | Dyn11 | | |
| Classe di isolam. sist. isolante | F / F | | |
| Sovratemperatura | 100 / 100 K | | |
| Classe | E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908 | | |
| Tolleranze | Secondo CEI / IEC | | |
| Note | Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo<br>Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10 | | |

## DIMENSIONI E PESI

| kVA | Codice | Uk% | A | B | C | D | ØR | G | H | N | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (kg) |
| **100** | **EB2RBCBA** | 4 | 1000 | 600 | 1100 | 520 | 125 | 270 | 330 | 690 | 550 |
| | **EB2NBCBA** | 4 | 1000 | 600 | 1100 | 520 | 125 | 270 | 330 | 690 | 550 |
| **160** | **EC2RBCBA** | 4 | 1050 | 600 | 1140 | 520 | 125 | 270 | 330 | 710 | 700 |
| | **EC2NBCBA** | 4 | 1050 | 600 | 1140 | 520 | 125 | 270 | 330 | 710 | 700 |
| **200** | **ED2RBCBA** | 4 | 1150 | 620 | 1190 | 520 | 125 | 270 | 330 | 710 | 800 |
| | **ED2NBCBA** | 4 | 1150 | 620 | 1190 | 520 | 125 | 270 | 330 | 710 | 800 |
| **250** | **EE2RBCBA** | 4 | 1250 | 630 | 1270 | 520 | 125 | 270 | 330 | 820 | 950 |
| | **EE2RACBA** | 6 | 1250 | 630 | 1220 | 520 | 125 | 270 | 330 | 800 | 910 |
| | **EE2NBCBA** | 4 | 1250 | 630 | 1270 | 520 | 125 | 270 | 330 | 820 | 950 |
| | **EE2NACBA** | 6 | 1250 | 630 | 1220 | 520 | 125 | 270 | 330 | 800 | 910 |
| | **EE2DACBA** | 6 | 1250 | 640 | 1300 | 520 | 125 | 270 | 330 | 820 | 980 |
| | **EE2SACBA** | 6 | 1250 | 640 | 1300 | 520 | 125 | 270 | 330 | 820 | 1050 |
| **315** | **EF2RBCBA** | 4 | 1200 | 750 | 1300 | 670 | 125 | 345 | 405 | 830 | 1050 |
| | **EF2RACBA** | 6 | 1250 | 750 | 1250 | 670 | 125 | 345 | 405 | 800 | 1000 |
| | **EF2NBCBA** | 4 | 1200 | 750 | 1300 | 670 | 125 | 345 | 405 | 830 | 1050 |
| | **EF2NACBA** | 6 | 1250 | 750 | 1250 | 670 | 125 | 345 | 405 | 800 | 1000 |
| | **EF2DACBA** | 6 | 1350 | 750 | 1370 | 670 | 125 | 345 | 405 | 840 | 1150 |
| | **EF2SACBA** | 6 | 1350 | 750 | 1370 | 670 | 125 | 345 | 405 | 840 | 1200 |
| **400** | **EG2RBCBA** | 4 | 1250 | 750 | 1370 | 670 | 125 | 345 | 405 | 870 | 1250 |
| | **EG2RACBA** | 6 | 1300 | 750 | 1320 | 670 | 125 | 345 | 405 | 850 | 1200 |
| | **EG2NBCBA** | 4 | 1250 | 750 | 1370 | 670 | 125 | 345 | 405 | 870 | 1250 |
| | **EG2NACBA** | 6 | 1300 | 750 | 1320 | 670 | 125 | 345 | 405 | 850 | 1200 |
| | **EG2DACBA** | 6 | 1350 | 750 | 1430 | 670 | 125 | 345 | 405 | 920 | 1200 |
| | **EG2SACBA** | 6 | 1350 | 750 | 1430 | 670 | 125 | 345 | 405 | 920 | 1250 |
| **500** | **EH2RBCBA** | 4 | 1250 | 750 | 1550 | 670 | 125 | 345 | 405 | 1010 | 1450 |
| | **EH2RACBA** | 6 | 1300 | 750 | 1500 | 670 | 125 | 345 | 405 | 1000 | 1400 |
| | **EH2NBCBA** | 4 | 1250 | 750 | 1550 | 670 | 125 | 345 | 405 | 1010 | 1450 |
| | **EH2NACBA** | 6 | 1300 | 750 | 1500 | 670 | 125 | 345 | 405 | 1000 | 1400 |
| | **EH2DACBA** | 6 | 1350 | 750 | 1540 | 670 | 125 | 345 | 405 | 1020 | 1400 |
| | **EH2SACBA** | 6 | 1350 | 750 | 1540 | 670 | 125 | 345 | 405 | 1020 | 1500 |

Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.



# Classe d'isolamento 12 kV

## DATI TECNICI da 630 a 3150 kVA

| kVA | Codice | V prim | V sec | Uk% | Po (W) | Pk(W) | | Io% | Pressione acustica | Potenza acustica | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kV | V | | | 120° | 75° | | LPA | LWA | kg |
| **630** | **EI2RBCBA** | 10 | 400 | 4 | 1150 | 7300 | 6500 | 0,7 | 50 | 62 | 1650 |
| | **EI2RACBA** | 10 | 400 | 6 | 1050 | 7600 | 6750 | 0,7 | 50 | 62 | 1600 |
| | **EI2NBCBA** | 10 | 400 | 4 | 1500 | 7300 | 6500 | 0,8 | 55 | 70 | 1650 |
| | **EI2NACBA** | 10 | 400 | 6 | 1450 | 7600 | 6750 | 0,8 | 55 | 70 | 1600 |
| | **EI2DACBA** | 10 | 400 | 6 | 1790 | 7800 | 6940 | 1,2 | 58 | 72 | 1650 |
| | **EI2SACBA** | 10 | 400 | 6 | 2100 | 7800 | 6940 | 1,4 | 61 | 75 | 1800 |
| **800** | **EJ2RACBA** | 10 | 400 | 6 | 1350 | 9400 | 8370 | 0,7 | 52 | 64 | 1950 |
| | **EJ2NACBA** | 10 | 400 | 6 | 1750 | 9400 | 8370 | 0,8 | 57 | 71 | 1950 |
| | **EJ2DACBA** | 10 | 400 | 6 | 2100 | 9400 | 8370 | 1,1 | 59 | 73 | 1900 |
| | **EJ2SACBA** | 10 | 400 | 6 | 2470 | 9400 | 8370 | 1,3 | 62 | 76 | 2100 |
| **1000** | **EK2RACBA** | 10 | 400 | 6 | 1550 | 10000 | 8900 | 0,6 | 53 | 65 | 2300 |
| | **EK2NACBA** | 10 | 400 | 6 | 2000 | 10000 | 8900 | 0,7 | 58 | 73 | 2300 |
| | **EK2DACBA** | 10 | 400 | 6 | 2470 | 11000 | 9800 | 1 | 60 | 74 | 2300 |
| | **EK2SACBA** | 10 | 400 | 6 | 2940 | 11000 | 9800 | 1,2 | 63 | 77 | 2500 |
| **1250** | **EL2RACBA** | 10 | 400 | 6 | 1900 | 12700 | 11300 | 0,5 | 55 | 67 | 2700 |
| | **EL2NACBA** | 10 | 400 | 6 | 2300 | 12700 | 11300 | 0,6 | 59 | 74 | 2700 |
| | **EL2DACBA** | 10 | 400 | 6 | 2940 | 13400 | 11800 | 1 | 61 | 75 | 2700 |
| | **EL2SACBA** | 10 | 400 | 6 | 3520 | 13400 | 11800 | 1,1 | 64 | 78 | 2900 |
| **1600** | **EM2RACBA** | 10 | 400 | 6 | 2200 | 14000 | 12460 | 0,4 | 56 | 68 | 3300 |
| | **EM2NACBA** | 10 | 400 | 6 | 2800 | 14000 | 12460 | 0,5 | 60 | 76 | 3300 |
| | **EM2DACBA** | 10 | 400 | 6,5 | 3520 | 16400 | 14400 | 0,9 | 63 | 77 | 3400 |
| | **EM2SACBA** | 10 | 400 | 6,5 | 3890 | 16400 | 14400 | 1 | 66 | 80 | 3750 |
| **2000** | **EN2RACBA** | 10 | 400 | 6 | 2800 | 18000 | 16200 | 0,4 | 58 | 70 | 4000 |
| | **EN2NACBA** | 10 | 400 | 6 | 3300 | 18000 | 16200 | 0,5 | 61 | 79 | 4000 |
| | **EN2DACBA** | 10 | 400 | 7 | 3890 | 19000 | 17100 | 0,9 | 65 | 80 | 4250 |
| | **EN2SACBA** | 10 | 400 | 7 | 4830 | 19000 | 17100 | 0,9 | 68 | 83 | 4550 |
| **2500** | **EO2RACBA** | 10 | 400 | 6 | 3300 | 21000 | 18900 | 0,3 | 59 | 71 | 4800 |
| | **EO2NACBA** | 10 | 400 | 6 | 4300 | 21000 | 18900 | 0,4 | 63 | 81 | 4800 |
| | **EO2DACBA** | 10 | 400 | 7 | 5040 | 23000 | 20700 | 0,8 | 66 | 82 | 4900 |
| | **EO2SACBA** | 10 | 400 | 7 | 5990 | 23000 | 20700 | 0,8 | 69 | 85 | 5250 |
| **3150** | **EP2RACBA** | 10 | 400 | 7 | 3950 | 26000 | 23400 | 0,3 | 62 | 74 | 5400 |
| | **EP2NACBA** | 10 | 400 | 7 | 4600 | 26000 | 23400 | 0,4 | 65 | 83 | 5400 |

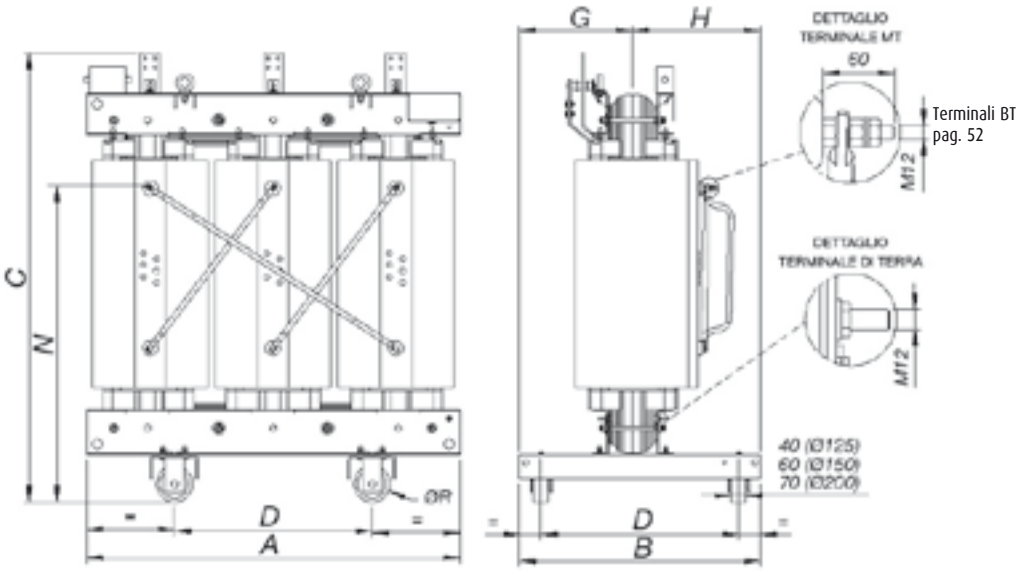
| | | | |
|---|---|---|---|
| Norme | CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1 | | |
| Potenza (kVA) | 100 ÷ 3150 | | |
| Frequenza (Hz) | 50 | | |
| Tensioni Primarie (kV) | 6 - 10 - 11 | classe d'isolamento | 12 kV BIL 60/75 kV |
| Tensioni Secondarie (V) | 400 - 433 | classe d'isolamento | 1,1 kV |
| Regolazione, lato MT | ± 2 x 2,5% | | |
| Gruppo vettoriale | Dyn11 | | |
| Classe di isolam. sist. isolante | F / F | | |
| Sovratemperatura | 100 / 100 K | | |
| Classe | E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908 | | |
| Tolleranze | Secondo CEI / IEC | | |
| Note | Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo<br>Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10 | | |

## DIMENSIONI E PESI

| kVA | Codice | Uk% | A | B | C | D | ØR | G | H | N | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (kg) |
| **630** | **EI2RBCBA** | 4 | 1350 | 850 | 1600 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1060 | 165**0** |
| | **EI2RACBA** | 6 | 1500 | 850 | 1590 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1060 | 1600 |
| | **EI2NBCBA** | 4 | 1350 | 850 | 1600 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1060 | 1650 |
| | **EI2NACBA** | 6 | 1500 | 850 | 1590 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1060 | 1600 |
| | **EI2DACBA** | 6 | 1500 | 850 | 1670 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1110 | 1650 |
| | **EI2SACBA** | 6 | 1500 | 850 | 1670 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1110 | 1800 |
| **800** | **EJ2RACBA** | 6 | 1500 | 850 | 1740 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1160 | 1950 |
| | **EJ2NACBA** | 6 | 1500 | 850 | 1740 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1160 | 1950 |
| | **EJ2DACBA** | 6 | 1500 | 850 | 1780 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1120 | 1900 |
| | **EJ2SACBA** | 6 | 1500 | 850 | 1780 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1120 | 2100 |
| **1000** | **EK2RACBA** | 6 | 1550 | 1000 | 1820 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1270 | 2300 |
| | **EK2NACBA** | 6 | 1550 | 1000 | 1820 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1270 | 2300 |
| | **EK2DACBA** | 6 | 1550 | 1000 | 1890 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1280 | 2300 |
| | **EK2SACBA** | 6 | 1550 | 1000 | 1890 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1280 | 2500 |
| **1250** | **EL2RACBA** | 6 | 1550 | 1000 | 2000 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1340 | 2700 |
| | **EL2NACBA** | 6 | 1550 | 1000 | 2000 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1340 | 2700 |
| | **EL2DACBA** | 6 | 1550 | 1000 | 2030 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1440 | 2700 |
| | **EL2SACBA** | 6 | 1550 | 1000 | 2030 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1440 | 2900 |
| **1600** | **EM2RACBA** | 6 | 1650 | 1000 | 2180 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1460 | 3300 |
| | **EM2NACBA** | 6 | 1650 | 1000 | 2180 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1460 | 3300 |
| | **EM2DACBA** | 6,5 | 1650 | 1000 | 2180 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1560 | 3400 |
| | **EM2SACBA** | 6,5 | 1650 | 1000 | 2180 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1560 | 3750 |
| **2000** | **EN2RACBA** | 6 | 1800 | 1310 | 2260 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1570 | 4000 |
| | **EN2NACBA** | 6 | 1800 | 1310 | 2260 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1570 | 4000 |
| | **EN2DACBA** | 7 | 1900 | 1310 | 2220 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1580 | 4250 |
| | **EN2SACBA** | 7 | 1900 | 1310 | 2220 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1580 | 4550 |
| **2500** | **EO2RACBA** | 6 | 2050 | 1310 | 2390 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1650 | 4800 |
| | **EO2NACBA** | 6 | 2050 | 1310 | 2390 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1650 | 4800 |
| | **EO2DACBA** | 7 | 2050 | 1310 | 2310 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1600 | 4900 |
| | **EO2SACBA** | 7 | 2050 | 1310 | 2310 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1600 | 5250 |
| **3150** | **EP2RACBA** | 7 | 2150 | 1310 | 2400 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1670 | 5400 |
| | **EP2NACBA** | 7 | 2150 | 1310 | 2400 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1670 | 5400 |

Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.



# Classe d'isolamento 17,5 kV

## DATI TECNICI da 100 a 800 kVA

| kVA | Codice | V prim | V sec | Uk% | Po (W) | Pk(W) | | Io% | Pressione acustica | Potenza acustica | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kV | V | | | 120° | 75° | | LPA | LWA | kg |
| **100** | **EB3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 380 | 2050 | 1800 | 1,9 | 40 | 51 | 560 |
| | **EB3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 430 | 1900 | 1670 | 2 | 45 | 59 | 560 |
| **160** | **EC3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 480 | 2900 | 2550 | 1,6 | 43 | 54 | 750 |
| | **EC3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 570 | 2800 | 2470 | 1,7 | 49 | 62 | 750 |
| **200** | **ED3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 570 | 3600 | 3170 | 1,4 | 45 | 56 | 800 |
| | **ED3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 680 | 3600 | 3170 | 1,5 | 51 | 63 | 800 |
| **250** | **EE3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 670 | 3800 | 3340 | 1,2 | 46 | 57 | 950 |
| | **EE3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 750 | 3650 | 3210 | 1,3 | 52 | 65 | 950 |
| | **EE3DAFBA** | 15 | 400 | 6 | 910 | 3800 | 3340 | 1,5 | 55 | 67 | 980 |
| | **EE3SAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1050 | 3800 | 3340 | 1,9 | 58 | 70 | 1050 |
| **315** | **EF3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 790 | 4600 | 4050 | 1,1 | 47 | 59 | 1050 |
| | **EF3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 880 | 4500 | 3970 | 1,2 | 54 | 67 | 1050 |
| | **EF3DAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1050 | 4600 | 4050 | 1,4 | 56 | 69 | 1150 |
| | **EF3SAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1320 | 4600 | 4050 | 1,8 | 59 | 72 | 1200 |
| **400** | **EG3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 920 | 5500 | 4890 | 1 | 48 | 60 | 1250 |
| | **EG3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1000 | 5200 | 4630 | 1,1 | 54 | 68 | 1250 |
| | **EG3DAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1320 | 5600 | 5000 | 1,3 | 57 | 70 | 1200 |
| | **EG3SAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1630 | 5600 | 5000 | 1,7 | 60 | 73 | 1250 |
| **500** | **EH3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1170 | 6700 | 5960 | 0,9 | 49 | 61 | 1400 |
| | **EH3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1200 | 6700 | 5960 | 1 | 55 | 69 | 1400 |
| | **EH3DAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1630 | 6700 | 5960 | 1,2 | 57 | 71 | 1400 |
| | **EH3SAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1790 | 6700 | 5960 | 1,5 | 60 | 74 | 1500 |
| **630** | **EI3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1360 | 7800 | 6940 | 0,9 | 50 | 62 | 1700 |
| | **EI3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1600 | 7800 | 6940 | 1 | 55 | 70 | 1700 |
| | **EI3DAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1790 | 7800 | 6940 | 1,2 | 58 | 72 | 1650 |
| | **EI3SAFBA** | 15 | 400 | 6 | 2100 | 7800 | 6940 | 1,4 | 61 | 75 | 1800 |
| **800** | **EJ3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1600 | 9400 | 8370 | 0,8 | 52 | 64 | 2000 |
| | **EJ3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1780 | 9300 | 8290 | 0,9 | 57 | 71 | 2000 |
| | **EJ3DAFBA** | 15 | 400 | 6 | 2100 | 9400 | 8370 | 1,1 | 59 | 73 | 1900 |
| | **EJ3SAFBA** | 15 | 400 | 6 | 2470 | 9400 | 8370 | 1,3 | 62 | 76 | 2100 |

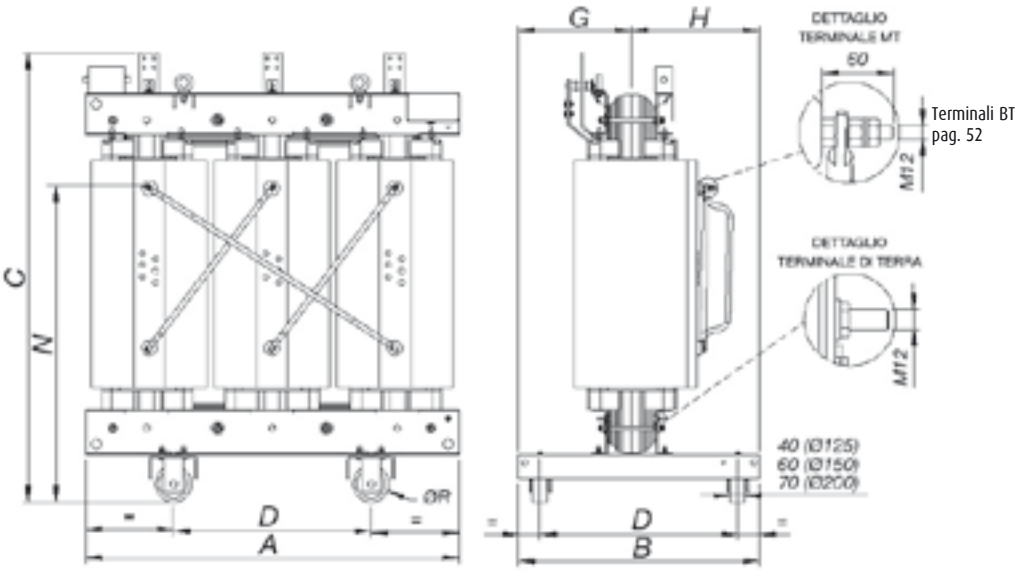
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Norme | CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1 | | | |
| Potenza (kVA) | 100 ÷ 3150 | | | |
| Frequenza (Hz) | 50 | | | |
| Tensioni Primarie (kV) | 12 - 13,2 - 15 | classe d'isolamento | 17,5 kV | BIL 75/95 kV |
| Tensioni Secondarie (V) | 400 - 410 - 420 | classe d'isolamento | 1,1 kV | |
| Regolazione, lato MT | ± 2 x 2,5% | | | |
| Gruppo vettoriale | Dyn11 | | | |
| Classe di isolam. sist. isolante | F / F | | | |
| Sovratemperatura | 100 / 100 K | | | |
| Classe | E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908 | | | |
| Tolleranze | Secondo CEI / IEC | | | |
| Note | Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo<br>Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10 | | | |

## DIMENSIONI E PESI

| kVA | Codice | Uk% | A | B | C | D | ØR | G | H | N | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (kg) |
| **100** | **EB3RAFBA** | 6 | 1050 | 600 | 1090 | 520 | 125 | 270 | 330 | 710 | 560 |
| | **EB3NAFBA** | 6 | 1050 | 600 | 1090 | 520 | 125 | 270 | 330 | 710 | 560 |
| **160** | **EC3RAFBA** | 6 | 1200 | 630 | 1210 | 520 | 125 | 270 | 330 | 720 | 750 |
| | **EC3NAFBA** | 6 | 1200 | 630 | 1210 | 520 | 125 | 270 | 330 | 720 | 750 |
| **200** | **ED3RAFBA** | 6 | 1250 | 630 | 1230 | 520 | 125 | 270 | 330 | 730 | 800 |
| | **ED3NAFBA** | 6 | 1250 | 630 | 1230 | 520 | 125 | 270 | 330 | 730 | 800 |
| **250** | **EE3RAFBA** | 6 | 1250 | 640 | 1240 | 520 | 125 | 270 | 330 | 740 | 950 |
| | **EE3NAFBA** | 6 | 1250 | 640 | 1240 | 520 | 125 | 270 | 330 | 740 | 950 |
| | **EE3DAFBA** | 6 | 1250 | 640 | 1300 | 520 | 125 | 270 | 330 | 820 | 980 |
| | **EE3SAFBA** | 6 | 1250 | 640 | 1300 | 520 | 125 | 270 | 330 | 820 | 1050 |
| **315** | **EF3RAFBA** | 6 | 1250 | 750 | 1300 | 670 | 125 | 345 | 405 | 840 | 1050 |
| | **EF3NAFBA** | 6 | 1250 | 750 | 1300 | 670 | 125 | 345 | 405 | 840 | 1050 |
| | **EF3DAFBA** | 6 | 1350 | 750 | 1370 | 670 | 125 | 345 | 405 | 840 | 1150 |
| | **EF3SAFBA** | 6 | 1350 | 750 | 1370 | 670 | 125 | 345 | 405 | 840 | 1200 |
| **400** | **EG3RAFBA** | 6 | 1350 | 750 | 1390 | 670 | 125 | 345 | 405 | 910 | 1250 |
| | **EG3NAFBA** | 6 | 1350 | 750 | 1390 | 670 | 125 | 345 | 405 | 910 | 1250 |
| | **EG3DAFBA** | 6 | 1350 | 750 | 1430 | 670 | 125 | 345 | 405 | 920 | 1200 |
| | **EG3SAFBA** | 6 | 1350 | 750 | 1430 | 670 | 125 | 345 | 405 | 920 | 1250 |
| **500** | **EH3RAFBA** | 6 | 1350 | 750 | 1520 | 670 | 125 | 345 | 405 | 940 | 1400 |
| | **EH3NAFBA** | 6 | 1350 | 750 | 1520 | 670 | 125 | 345 | 405 | 940 | 1400 |
| | **EH3DAFBA** | 6 | 1350 | 750 | 1540 | 670 | 125 | 345 | 405 | 1020 | 1400 |
| | **EH3SAFBA** | 6 | 1350 | 750 | 1540 | 670 | 125 | 345 | 405 | 1020 | 1500 |
| **630** | **EI3RAFBA** | 6 | 1500 | 850 | 1630 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1070 | 1700 |
| | **EI3NAFBA** | 6 | 1500 | 850 | 1630 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1070 | 1700 |
| | **EI3DAFBA** | 6 | 1500 | 850 | 1670 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1110 | 1650 |
| | **EI3SAFBA** | 6 | 1500 | 850 | 1670 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1110 | 1800 |
| **800** | **EJ3RAFBA** | 6 | 1500 | 850 | 1780 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1170 | 2000 |
| | **EJ3NAFBA** | 6 | 1500 | 850 | 1780 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1170 | 2000 |
| | **EJ3DAFBA** | 6 | 1500 | 850 | 1780 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1120 | 1900 |
| | **EJ3SAFBA** | 6 | 1500 | 850 | 1780 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1120 | 2100 |

Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.



# Classe d'isolamento 17,5 kV

## DATI TECNICI da 1000 a 3150 kVA

| kVA | Codice | V prim | V sec | Uk% | Po (W) | Pk(W) | | Io% | Pressione acustica | Potenza acustica | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kV | V | | | 120° | 75° | | LPA | LWA | kg |
| **1000** | **EK3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 1890 | 11000 | 9800 | 0,7 | 53 | 65 | 2300 |
| | **EK3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 2000 | 10800 | 9630 | 0,8 | 58 | 73 | 2300 |
| | **EK3DAFBA** | 15 | 400 | 6 | 2470 | 11000 | 9800 | 1 | 60 | 74 | 2300 |
| | **EK3SAFBA** | 15 | 400 | 6 | 2940 | 11000 | 9800 | 1,2 | 63 | 77 | 2500 |
| **1250** | **EL3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 2100 | 13000 | 11600 | 0,6 | 55 | 67 | 2750 |
| | **EL3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 2350 | 12600 | 11250 | 0,7 | 59 | 74 | 2750 |
| | **EL3DAFBA** | 15 | 400 | 6 | 2940 | 13400 | 11800 | 1 | 61 | 75 | 2700 |
| | **EL3SAFBA** | 15 | 400 | 6 | 3520 | 13400 | 11800 | 1,1 | 64 | 78 | 2900 |
| **1600** | **EM3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 2420 | 16000 | 14240 | 0,5 | 56 | 68 | 3300 |
| | **EM3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 2750 | 15500 | 13800 | 0,6 | 60 | 76 | 3300 |
| | **EM3DAFBA** | 15 | 400 | 6,5 | 3520 | 16400 | 14400 | 0,9 | 63 | 77 | 3400 |
| | **EM3SAFBA** | 15 | 400 | 6,5 | 3890 | 16400 | 14400 | 1 | 66 | 80 | 3750 |
| **2000** | **EN3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 2920 | 19000 | 17100 | 0,5 | 58 | 70 | 4000 |
| | **EN3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 3350 | 18500 | 16650 | 0,6 | 61 | 79 | 4000 |
| | **EN3DAFBA** | 15 | 400 | 7 | 3890 | 19000 | 17100 | 0,9 | 65 | 80 | 4250 |
| | **EN3SAFBA** | 15 | 400 | 7 | 4830 | 19000 | 17100 | 0,9 | 68 | 83 | 4550 |
| **2500** | **EO3RAFBA** | 15 | 400 | 6 | 3650 | 23000 | 20700 | 0,4 | 59 | 71 | 4950 |
| | **EO3NAFBA** | 15 | 400 | 6 | 4300 | 21800 | 19620 | 0,5 | 63 | 81 | 4950 |
| | **EO3DAFBA** | 15 | 400 | 7 | 5040 | 23000 | 20700 | 0,8 | 66 | 82 | 4900 |
| | **EO3SAFBA** | 15 | 400 | 7 | 5990 | 23000 | 20700 | 0,8 | 69 | 85 | 5250 |
| **3150** | **EP3RAFBA** | 15 | 400 | 7 | 3950 | 27000 | 24300 | 0,3 | 62 | 74 | 5750 |
| | **EP3NAFBA** | 15 | 400 | 7 | 4700 | 26000 | 23400 | 0,4 | 66 | 83 | 5750 |

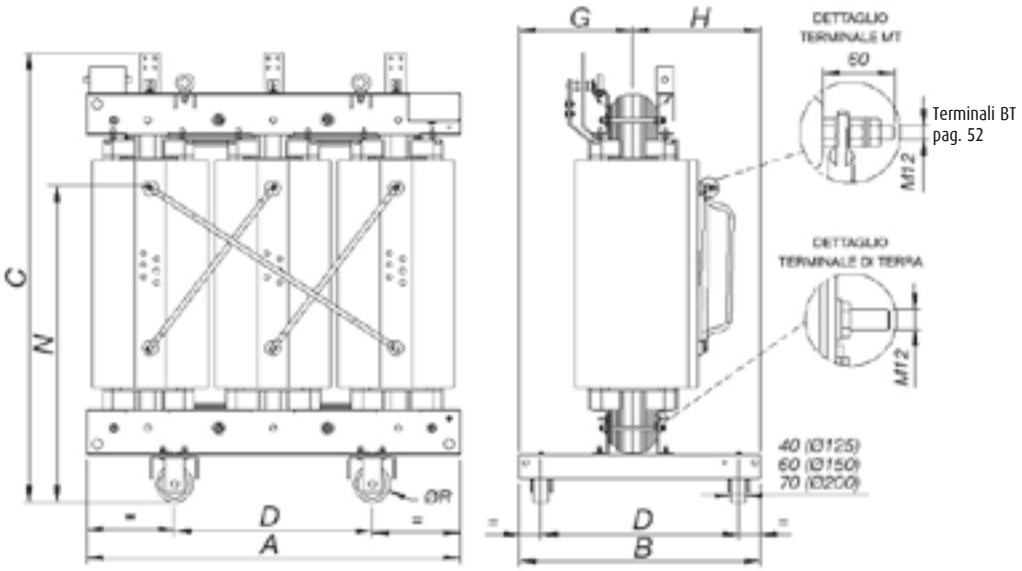
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Norme | CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1 | | | |
| Potenza (kVA) | 100 ÷ 3150 | | | |
| Frequenza (Hz) | 50 | | | |
| Tensioni Primarie (kV) | 12 - 13,2 - 15 | classe d'isolamento | 17,5 kV | BIL 75/95 kV |
| Tensioni Secondarie (V) | 400 - 410 - 420 | classe d'isolamento | 1,1 kV | |
| Regolazione, lato MT | ± 2 x 2,5% | | | |
| Gruppo vettoriale | Dyn11 | | | |
| Classe di isolam. sist. isolante | F / F | | | |
| Sovratemperatura | 100 / 100 K | | | |
| Classe | E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908 | | | |
| Tolleranze | Secondo CEI / IEC | | | |
| Note | Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo<br>Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10 | | | |

## DIMENSIONI E PESI

| kVA | Codice | Uk% | A | B | C | D | ØR | G | H | N | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (kg) |
| **1000** | **EK3RAFBA** | 6 | 1550 | 1000 | 1870 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1290 | 2300 |
| | **EK3NAFBA** | 6 | 1550 | 1000 | 1870 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1290 | 2300 |
| | **EK3DAFBA** | 6 | 1550 | 1000 | 1890 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1280 | 2300 |
| | **EK3SAFBA** | 6 | 1550 | 1000 | 1890 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1280 | 2500 |
| **1250** | **EL3RAFBA** | 6 | 1550 | 1000 | 2010 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1350 | 2750 |
| | **EL3NAFBA** | 6 | 1550 | 1000 | 2010 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1350 | 2750 |
| | **EL3DAFBA** | 6 | 1550 | 1000 | 2030 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1440 | 2700 |
| | **EL3SAFBA** | 6 | 1550 | 1000 | 2030 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1440 | 2900 |
| **1600** | **EM3RAFBA** | 6 | 1650 | 1000 | 2190 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1470 | 3300 |
| | **EM3NAFBA** | 6 | 1650 | 1000 | 2190 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1470 | 3300 |
| | **EM3DAFBA** | 6,5 | 1650 | 1000 | 2180 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1560 | 3400 |
| | **EM3SAFBA** | 6,5 | 1650 | 1000 | 2180 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1560 | 3750 |
| **2000** | **EN3RAFBA** | 6 | 1800 | 1310 | 2250 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1580 | 4000 |
| | **EN3NAFBA** | 6 | 1800 | 1310 | 2250 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1580 | 4000 |
| | **EN3DAFBA** | 7 | 1900 | 1310 | 2220 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1580 | 4250 |
| | **EN3SAFBA** | 7 | 1900 | 1310 | 2220 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1580 | 4550 |
| **2500** | **EO3RAFBA** | 6 | 1950 | 1310 | 2320 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1600 | 4950 |
| | **EO3NAFBA** | 6 | 1950 | 1310 | 2320 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1600 | 4950 |
| | **EO3DAFBA** | 7 | 2050 | 1310 | 2310 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1600 | 4900 |
| | **EO3SAFBA** | 7 | 2050 | 1310 | 2310 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1600 | 5250 |
| **3150** | **EP3RAFBA** | 7 | 2150 | 1310 | 2350 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1610 | 5750 |
| | **EP3NAFBA** | 7 | 2150 | 1310 | 2350 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1610 | 5750 |

Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.



# Classe d'isolamento 24 kV

## DATI TECNICI da 100 a 400 kVA

| kVA | Codice | V prim | V sec | Uk% | Po (W) | Pk(W) | | Io% | Pressione acustica | Potenza acustica | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kV | V | | | 120° | 75° | | LPA | LWA | kg |
| **100** | **EB4RBGBA** | 20 | 400 | 4 | 400 | 1750 | 1540 | 2 | 40 | 51 | 630 |
| | **EB4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 360 | 2050 | 1800 | 2 | 40 | 51 | 570 |
| | **EB4NBGBA** | 20 | 400 | 4 | 540 | 1750 | 1540 | 2,1 | 46 | 59 | 630 |
| | **EB4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 480 | 2000 | 1760 | 2,1 | 46 | 59 | 570 |
| **160** | **EC4RBGBA** | 20 | 400 | 4 | 580 | 2500 | 2200 | 1,7 | 43 | 54 | 900 |
| | **EC4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 480 | 2900 | 2550 | 1,7 | 43 | 54 | 800 |
| | **EC4NBGBA** | 20 | 400 | 4 | 790 | 2500 | 2200 | 1,8 | 50 | 62 | 900 |
| | **EC4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 650 | 2800 | 2470 | 1,8 | 50 | 62 | 800 |
| **200** | **ED4RBGBA** | 20 | 400 | 4 | 680 | 2900 | 2550 | 1,5 | 45 | 56 | 1030 |
| | **ED4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 550 | 3600 | 3170 | 1,5 | 45 | 56 | 900 |
| | **ED4NBGBA** | 20 | 400 | 4 | 900 | 2900 | 2550 | 1,7 | 51 | 63 | 1030 |
| | **ED4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 800 | 3600 | 3170 | 1,7 | 51 | 63 | 900 |
| **250** | **EE4RBGBA** | 20 | 400 | 4 | 840 | 3450 | 3040 | 1,3 | 46 | 57 | 1150 |
| | **EE4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 650 | 3800 | 3340 | 1,3 | 46 | 57 | 1000 |
| | **EE4NBGBA** | 20 | 400 | 4 | 1000 | 3450 | 3040 | 1,5 | 53 | 65 | 1150 |
| | **EE4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 850 | 3700 | 3260 | 1,5 | 53 | 65 | 1000 |
| | **EE4DAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1050 | 3800 | 3340 | 1,5 | 55 | 67 | 1050 |
| | **EE4SAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1210 | 3800 | 3340 | 1,9 | 58 | 70 | 1150 |
| **315** | **EF4RBGBA** | 20 | 400 | 4 | 970 | 4500 | 3970 | 1,2 | 47 | 59 | 1350 |
| | **EF4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 750 | 4600 | 4050 | 1,2 | 47 | 59 | 1200 |
| | **EF4NBGBA** | 20 | 400 | 4 | 1150 | 4500 | 3970 | 1,4 | 55 | 67 | 1350 |
| | **EF4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 950 | 4500 | 3970 | 1,4 | 55 | 67 | 1200 |
| | **EF4DAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1210 | 4600 | 4050 | 1,4 | 56 | 69 | 1200 |
| | **EF4SAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1470 | 4600 | 4050 | 1,8 | 59 | 72 | 1250 |
| **400** | **EG4RBGBA** | 20 | 400 | 4 | 1160 | 4900 | 4360 | 1,1 | 48 | 60 | 1500 |
| | **EG4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 940 | 5500 | 4890 | 1,1 | 48 | 60 | 1350 |
| | **EG4NBGBA** | 20 | 400 | 4 | 1360 | 4900 | 4360 | 1,3 | 55 | 68 | 1500 |
| | **EG4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1150 | 5400 | 4810 | 1,3 | 55 | 68 | 1350 |
| | **EG4DAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1470 | 5600 | 5000 | 1,3 | 57 | 70 | 1350 |
| | **EG4SAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1740 | 5600 | 5000 | 1,7 | 60 | 73 | 1450 |

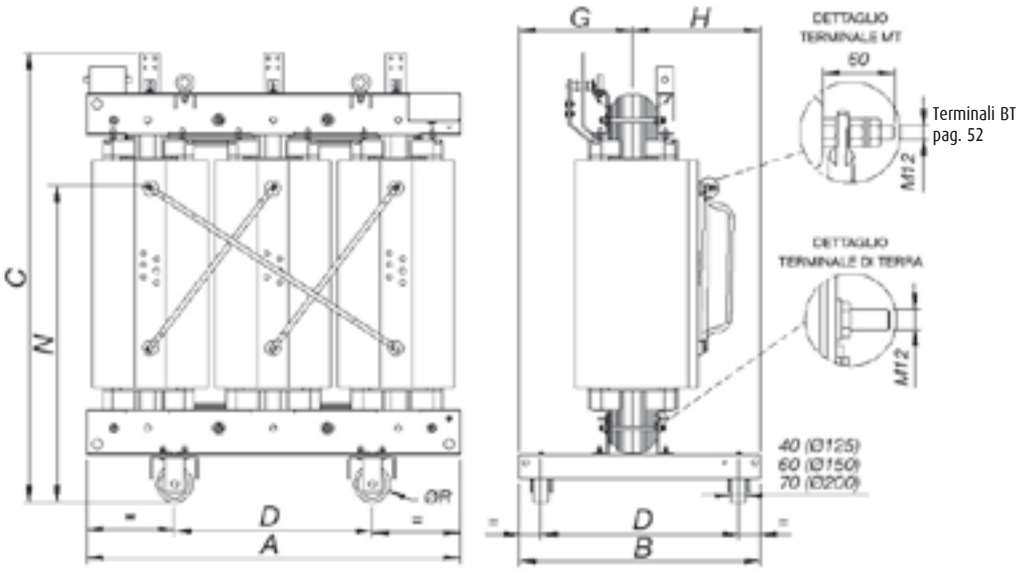
| | | | |
|---|---|---|---|
| Norme | CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1 | | |
| Potenza (kVA) | 100 ÷ 3150 | | |
| Frequenza (Hz) | 50 | | |
| Tensioni Primarie (kV) | 20 - 23 | classe d'isolamento | 24 kV BIL 95/125 kV |
| Tensioni Secondarie (V) | 400 - 410 - 420 | classe d'isolamento | 1,1 kV |
| Regolazione, lato MT | ± 2 x 2,5% | | |
| Gruppo vettoriale | Dyn11 | | |
| Classe di isolam. sist. isolante | F / F | | |
| Sovratemperatura | 100 / 100 K | | |
| Classe | E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908 | | |
| Tolleranze | Secondo CEI / IEC | | |
| Note | Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo<br>Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10<br>BIL 125 disponibile a richiesta in fase d'ordine, con sovrapprezzo | | |

## DIMENSIONI E PESI

| kVA | Codice | Uk% | A | B | C | D | ØR | G | H | N | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (kg) |
| **100** | **EB4RBGBA** | 4 | 1200 | 600 | 1160 | 520 | 125 | 270 | 330 | 730 | 630 |
| | **EB4RAGBA** | 6 | 1050 | 600 | 1110 | 520 | 125 | 270 | 330 | 710 | 570 |
| | **EB4NBGBA** | 4 | 1200 | 600 | 1160 | 520 | 125 | 270 | 330 | 730 | 630 |
| | **EB4NAGBA** | 6 | 1050 | 600 | 1110 | 520 | 125 | 270 | 330 | 710 | 570 |
| **160** | **EC4RBGBA** | 4 | 1250 | 640 | 1260 | 520 | 125 | 270 | 330 | 740 | 900 |
| | **EC4RAGBA** | 6 | 1250 | 640 | 1240 | 520 | 125 | 270 | 330 | 730 | 800 |
| | **EC4NBGBA** | 4 | 1250 | 640 | 1260 | 520 | 125 | 270 | 330 | 740 | 900 |
| | **EC4NAGBA** | 6 | 1250 | 640 | 1240 | 520 | 125 | 270 | 330 | 730 | 800 |
| **200** | **ED4RBGBA** | 4 | 1350 | 640 | 1320 | 520 | 125 | 270 | 330 | 750 | 1030 |
| | **ED4RAGBA** | 6 | 1250 | 640 | 1250 | 520 | 125 | 270 | 330 | 740 | 900 |
| | **ED4NBGBA** | 4 | 1350 | 640 | 1320 | 520 | 125 | 270 | 330 | 750 | 1030 |
| | **ED4NAGBA** | 6 | 1250 | 640 | 1250 | 520 | 125 | 270 | 330 | 740 | 900 |
| **250** | **EE4RBGBA** | 4 | 1350 | 640 | 1360 | 520 | 125 | 270 | 330 | 830 | 1150 |
| | **EE4RAGBA** | 6 | 1350 | 640 | 1260 | 520 | 125 | 270 | 330 | 750 | 1000 |
| | **EE4NBGBA** | 4 | 1350 | 640 | 1360 | 520 | 125 | 270 | 330 | 830 | 1150 |
| | **EE4NAGBA** | 6 | 1350 | 640 | 1260 | 520 | 125 | 270 | 330 | 750 | 1000 |
| | **EE4DAGBA** | 6 | 1350 | 640 | 1360 | 520 | 125 | 270 | 330 | 850 | 1050 |
| | **EE4SAGBA** | 6 | 1350 | 640 | 1360 | 520 | 125 | 270 | 330 | 850 | 1150 |
| **315** | **EF4RBGBA** | 4 | 1350 | 750 | 1450 | 670 | 125 | 345 | 405 | 880 | 1350 |
| | **EF4RAGBA** | 6 | 1350 | 750 | 1350 | 670 | 125 | 345 | 405 | 860 | 1200 |
| | **EF4NBGBA** | 4 | 1350 | 750 | 1450 | 670 | 125 | 345 | 405 | 880 | 1350 |
| | **EF4NAGBA** | 6 | 1350 | 750 | 1350 | 670 | 125 | 345 | 405 | 860 | 1200 |
| | **EF4DAGBA** | 6 | 1350 | 750 | 1410 | 670 | 125 | 345 | 405 | 860 | 1200 |
| | **EF4SAGBA** | 6 | 1350 | 750 | 1410 | 670 | 125 | 345 | 405 | 860 | 1250 |
| **400** | **EG4RBGBA** | 4 | 1450 | 750 | 1530 | 670 | 125 | 345 | 405 | 900 | 1500 |
| | **EG4RAGBA** | 6 | 1500 | 750 | 1440 | 670 | 125 | 345 | 405 | 880 | 1350 |
| | **EG4NBGBA** | 4 | 1450 | 750 | 1530 | 670 | 125 | 345 | 405 | 900 | 1500 |
| | **EG4NAGBA** | 6 | 1500 | 750 | 1440 | 670 | 125 | 345 | 405 | 880 | 1350 |
| | **EG4DAGBA** | 6 | 1500 | 750 | 1510 | 670 | 125 | 345 | 405 | 1020 | 1350 |
| | **EG4SAGBA** | 6 | 1500 | 750 | 1510 | 670 | 125 | 345 | 405 | 1020 | 1450 |

Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.



# Classe d'isolamento 24 kV

## DATI TECNICI da 500 a 3150 kVA

| kVA | Codice | V prim | V sec | Uk% | Po (W) | Pk(W) | | Io% | Pressione acustica | Potenza acustica | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kV | V | | | 120° | 75° | | LPA | LWA | kg |
| **500** | **EH4RBGBA** | 20 | 400 | 4 | 1370 | 6400 | 5700 | 1,1 | 49 | 61 | 1640 |
| | **EH4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1050 | 6700 | 5960 | 1,1 | 49 | 61 | 1500 |
| | **EH4NBGBA** | 20 | 400 | 4 | 1580 | 6400 | 5700 | 1,2 | 56 | 69 | 1640 |
| | **EH4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1350 | 6700 | 5960 | 1,2 | 56 | 69 | 1500 |
| | **EH4DAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1740 | 6700 | 5960 | 1,2 | 57 | 71 | 1550 |
| | **EH4SAGBA** | 20 | 400 | 6 | 2000 | 6700 | 5960 | 1,5 | 60 | 74 | 1650 |
| **630** | **EI4RBGBA** | 20 | 400 | 4 | 1600 | 6900 | 6150 | 1 | 50 | 62 | 2000 |
| | **EI4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1250 | 7800 | 6940 | 1 | 50 | 62 | 1800 |
| | **EI4NBGBA** | 20 | 400 | 4 | 1950 | 6900 | 6150 | 1,1 | 56 | 70 | 2000 |
| | **EI4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1740 | 7800 | 6940 | 1,1 | 56 | 70 | 1800 |
| | **EI4DAGBA** | 20 | 400 | 6 | 2000 | 7800 | 6940 | 1,2 | 58 | 72 | 1800 |
| | **EI4SAGBA** | 20 | 400 | 6 | 2420 | 7800 | 6940 | 1,4 | 61 | 75 | 1950 |
| **800** | **EJ4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1450 | 9400 | 8370 | 0,9 | 52 | 64 | 2100 |
| | **EJ4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1950 | 9300 | 8290 | 1 | 58 | 71 | 2100 |
| | **EJ4DAGBA** | 20 | 400 | 6 | 2310 | 9400 | 8370 | 1,1 | 59 | 73 | 2150 |
| | **EJ4SAGBA** | 20 | 400 | 6 | 2730 | 9400 | 8370 | 1,3 | 62 | 76 | 2350 |
| **1000** | **EK4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 1800 | 11000 | 9800 | 0,8 | 53 | 65 | 2500 |
| | **EK4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 2310 | 10800 | 9630 | 0,9 | 59 | 73 | 2500 |
| | **EK4DAGBA** | 20 | 400 | 6 | 2790 | 11000 | 9800 | 1 | 60 | 74 | 2550 |
| | **EK4SAGBA** | 20 | 400 | 6 | 3260 | 11000 | 9800 | 1,2 | 63 | 77 | 2800 |
| **1250** | **EL4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 2100 | 13000 | 11600 | 0,7 | 55 | 67 | 2900 |
| | **EL4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 2730 | 12800 | 11430 | 0,8 | 60 | 74 | 2900 |
| | **EL4DAGBA** | 20 | 400 | 6 | 3260 | 13400 | 11800 | 1 | 61 | 75 | 3000 |
| | **EL4SAGBA** | 20 | 400 | 6 | 3730 | 13400 | 11800 | 1,1 | 64 | 78 | 3250 |
| **1600** | **EM4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 2400 | 16000 | 14240 | 0,6 | 56 | 68 | 3550 |
| | **EM4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 3100 | 15500 | 13800 | 0,7 | 61 | 76 | 3550 |
| | **EM4DAGBA** | 20 | 400 | 6,5 | 3730 | 16400 | 14400 | 0,9 | 63 | 77 | 3600 |
| | **EM4SAGBA** | 20 | 400 | 6,5 | 4410 | 16400 | 14400 | 1,1 | 66 | 80 | 3950 |
| **2000** | **EN4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 2900 | 19000 | 17100 | 0,5 | 58 | 70 | 4300 |
| | **EN4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 3800 | 18600 | 16740 | 0,6 | 62 | 79 | 4300 |
| | **EN4DAGBA** | 20 | 400 | 7 | 4570 | 19000 | 17100 | 0,9 | 65 | 80 | 4500 |
| | **EN4SAGBA** | 20 | 400 | 7 | 5360 | 19000 | 17100 | 0,9 | 68 | 83 | 4900 |
| **2500** | **EO4RAGBA** | 20 | 400 | 6 | 3800 | 23000 | 20700 | 0,4 | 59 | 71 | 5250 |
| | **EO4NAGBA** | 20 | 400 | 6 | 4800 | 22000 | 19800 | 0,5 | 64 | 81 | 5250 |
| | **EO4DAGBA** | 20 | 400 | 7 | 5880 | 23000 | 20700 | 0,8 | 66 | 82 | 5200 |
| | **EO4SAGBA** | 20 | 400 | 7 | 6620 | 23000 | 20700 | 0,8 | 69 | 85 | 5650 |
| **3150** | **EP4RAGBA** | 20 | 400 | 7 | 4500 | 26000 | 23400 | 0,4 | 62 | 74 | 6250 |
| | **EP4NAGBA** | 20 | 400 | 7 | 5360 | 26000 | 23400 | 0,5 | 67 | 83 | 6250 |

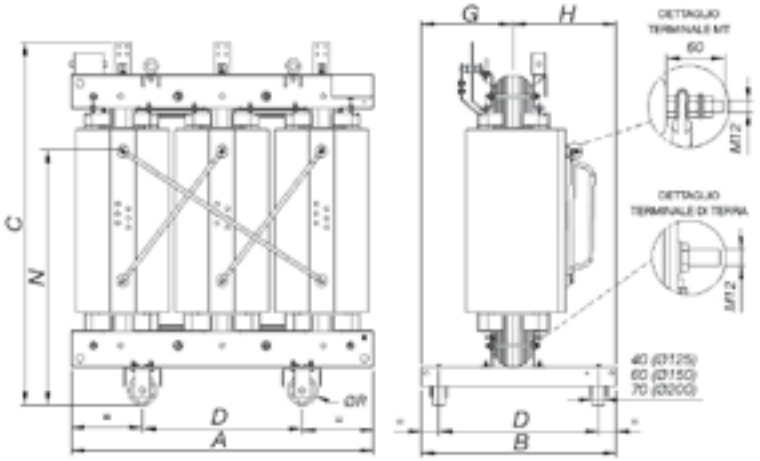
| | | | |
|---|---|---|---|
| Norme | CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1 | | |
| Potenza (kVA) | 100 ÷ 3150 | | |
| Frequenza (Hz) | 50 | | |
| Tensioni Primarie (kV) | 20 - 23 | classe d'isolamento | 24 kV BIL 95/125 kV |
| Tensioni Secondarie (V) | 400 - 410 - 420 | classe d'isolamento | 1,1 kV |
| Regolazione, lato MT | ± 2 x 2,5% | | |
| Gruppo vettoriale | Dyn11 | | |
| Classe di isolam. sist. isolante | F / F | | |
| Sovratemperatura | 100 / 100 K | | |
| Classe | E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908 | | |
| Tolleranze | Secondo CEI / IEC | | |
| Note | Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo<br>Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10<br>BIL 125 disponibile a richiesta in fase d'ordine, con sovrapprezzo | | |

## DIMENSIONI E PESI

| kVA | Codice | Uk% | A | B | C | D | ØR | G | H | N | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (kg) |
| **500** | **EH4RBGBA** | 4 | 1450 | 750 | 1610 | 670 | 125 | 345 | 405 | 980 | 1640 |
| | **EH4RAGBA** | 6 | 1500 | 750 | 1560 | 670 | 125 | 345 | 405 | 960 | 1500 |
| | **EH4NBGBA** | 4 | 1450 | 750 | 1610 | 670 | 125 | 345 | 405 | 980 | 1640 |
| | **EH4NAGBA** | 6 | 1500 | 750 | 1560 | 670 | 125 | 345 | 405 | 960 | 1500 |
| | **EH4DAGBA** | 6 | 1500 | 750 | 1570 | 670 | 125 | 345 | 405 | 960 | 1550 |
| | **EH4SAGBA** | 6 | 1500 | 750 | 1570 | 670 | 125 | 345 | 405 | 960 | 1650 |
| **630** | **EI4RBGBA** | 4 | 1500 | 850 | 1690 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1100 | 2000 |
| | **EI4RAGBA** | 6 | 1500 | 850 | 1650 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1080 | 1800 |
| | **EI4NBGBA** | 4 | 1500 | 850 | 1690 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1100 | 2000 |
| | **EI4NAGBA** | 6 | 1500 | 850 | 1650 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1080 | 1800 |
| | **EI4DAGBA** | 6 | 1500 | 850 | 1700 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1090 | 1800 |
| | **EI4SAGBA** | 6 | 1500 | 850 | 1700 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1090 | 1950 |
| **800** | **EJ4RAGBA** | 6 | 1550 | 850 | 1810 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1200 | 2100 |
| | **EJ4NAGBA** | 6 | 1550 | 850 | 1810 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1200 | 2100 |
| | **EJ4DAGBA** | 6 | 1550 | 850 | 1850 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1300 | 2150 |
| | **EJ4SAGBA** | 6 | 1550 | 850 | 1850 | 670 | 150 | 395 | 455 | 1300 | 2350 |
| **1000** | **EK4RAGBA** | 6 | 1650 | 1000 | 1890 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1310 | 2500 |
| | **EK4NAGBA** | 6 | 1650 | 1000 | 1890 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1310 | 2500 |
| | **EK4DAGBA** | 6 | 1650 | 1000 | 1930 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1300 | 2550 |
| | **EK4SAGBA** | 6 | 1650 | 1000 | 1930 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1300 | 2800 |
| **1250** | **EL4RAGBA** | 6 | 1650 | 1000 | 2030 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1370 | 2900 |
| | **EL4NAGBA** | 6 | 1650 | 1000 | 2030 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1370 | 2900 |
| | **EL4DAGBA** | 6 | 1650 | 1000 | 2070 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1460 | 3000 |
| | **EL4SAGBA** | 6 | 1650 | 1000 | 2070 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1460 | 3250 |
| **1600** | **EM4RAGBA** | 6 | 1750 | 1000 | 2200 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1480 | 3550 |
| | **EM4NAGBA** | 6 | 1750 | 1000 | 2200 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1480 | 3550 |
| | **EM4DAGBA** | 6,5 | 1800 | 1000 | 2250 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1590 | 3600 |
| | **EM4SAGBA** | 6,5 | 1800 | 1000 | 2250 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1590 | 3950 |
| **2000** | **EN4RAGBA** | 6 | 1900 | 1310 | 2270 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1590 | 4300 |
| | **EN4NAGBA** | 6 | 1900 | 1310 | 2270 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1590 | 4300 |
| | **EN4DAGBA** | 7 | 1900 | 1310 | 2270 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1590 | 4500 |
| | **EN4SAGBA** | 7 | 1900 | 1310 | 2270 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1590 | 4900 |
| **2500** | **EO4RAGBA** | 6 | 1950 | 1310 | 2350 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1610 | 5250 |
| | **EO4NAGBA** | 6 | 1950 | 1310 | 2350 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1610 | 5250 |
| | **EO4DAGBA** | 7 | 2050 | 1310 | 2310 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1600 | 5200 |
| | **EO4SAGBA** | 7 | 2050 | 1310 | 2310 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1600 | 5650 |
| **3150** | **EP4RAGBA** | 7 | 2250 | 1310 | 2400 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1670 | 6250 |
| | **EP4NAGBA** | 7 | 2250 | 1310 | 2400 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1670 | 6250 |

Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.




Terminali BT pag. 52

# Classe d'isolamento 36 kV

## DATI TECNICI

| kVA | Codice | V prim | V sec | Uk% | Po (W) | Pk(W) | | Io% | Pressione acustica | Potenza acustica | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kV | V | | | 120° | 75° | | LPA | LWA | kg |
| **250** | **EE5NAIBA** | 25 | 400 | 6 | 1320 | 3600 | 3180 | 1,5 | 55 | 68 | 1380 |
| **315** | **EF5NAIBA** | 25 | 400 | 6 | 1450 | 4800 | 4250 | 1,4 | 56 | 69 | 1500 |
| **400** | **EG5NAIBA** | 25 | 400 | 6 | 1600 | 5800 | 5100 | 1,3 | 57 | 70 | 1700 |
| **500** | **EH5NAIBA** | 25 | 400 | 6 | 1800 | 7200 | 6350 | 1,2 | 58 | 71 | 1900 |
| **630** | **EI5NAIBA** | 25 | 400 | 6 | 2100 | 7600 | 6750 | 1 | 59 | 73 | 2250 |
| **800** | **EJ5NAIBA** | 25 | 400 | 6 | 2580 | 9400 | 8370 | 0,9 | 60 | 74 | 2700 |
| **1000** | **EK5NAIBA** | 25 | 400 | 7 | 2800 | 10500 | 9280 | 0,8 | 61 | 75 | 3100 |
| **1250** | **EL5NAIBA** | 25 | 400 | 8 | 3000 | 14000 | 12350 | 0,7 | 62 | 76 | 3400 |
| **1600** | **EM5NAIBA** | 25 | 400 | 8 | 3600 | 16500 | 14600 | 0,6 | 64 | 77 | 4050 |
| **2000** | **EN5NAIBA** | 25 | 400 | 8 | 4600 | 18000 | 16200 | 0,5 | 65 | 79 | 4900 |
| **2500** | **EO5NAIBA** | 25 | 400 | 8 | 5780 | 22000 | 19800 | 0,5 | 67 | 80 | 6000 |
| **3000** | **EP5NAIBA** | 25 | 400 | 8 | 6620 | 25500 | 22500 | 0,4 | 68 | 82 | 7000 |

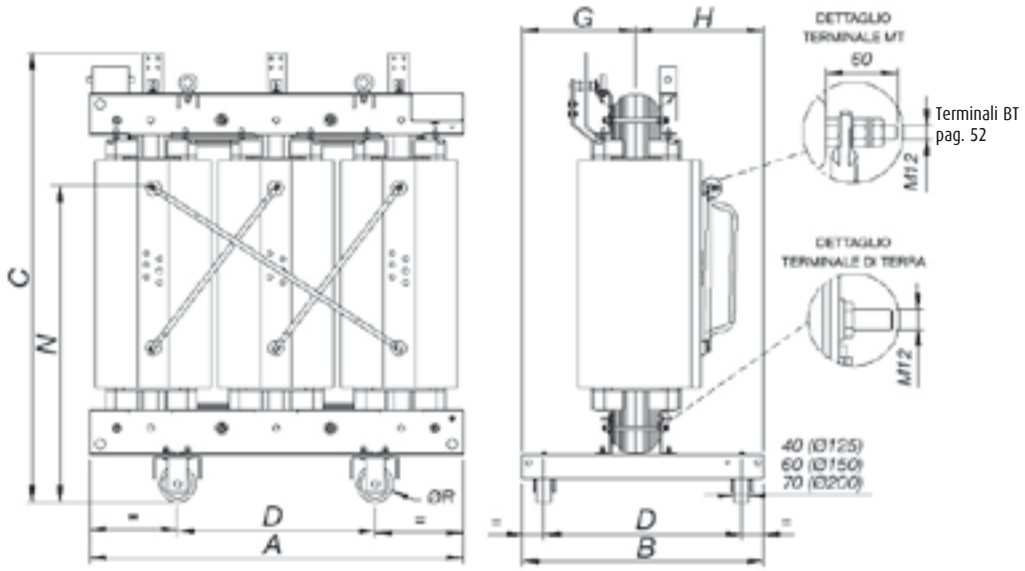
| | | | |
|---|---|---|---|
| Norme | CEI 14-4 e 14-8 - IEC 60076-11 - CENELEC HD 538.1 | | |
| Potenza (kVA) | 100 ÷ 3150 | | |
| Frequenza (Hz) | 50 | | |
| Tensioni Primarie (kV) | 25 - 33 | classe d'isolamento | 36 kV BIL 170 kV |
| Tensioni Secondarie (V) | 400 - 420 | classe d'isolamento | 1,1 kV |
| Regolazione, lato MT | ± 2 x 2,5% | 33 kV: +2/-3 x 1,5 kV (36 - 34,5 - 33 - 31,5 - 30 - 28,5 kV) | |
| Gruppo vettoriale | Dyn11 | | |
| Classe di isolam. sist. isolante | F / F | | |
| Sovratemperatura | 100 / 100 K | | |
| Classe | E2 - C2 - F1 Certificato CESI Nr. 98/11 908 | | |
| Tolleranze | Secondo CEI / IEC | | |
| Note | Valori diversi di tensione primaria o secondaria disponibili con sovrapprezzo<br>Lpa = Valore misurato ad un metro di distanza, secondo la Norma CEI EN 60076-10<br>BIL 170 disponibile a richiesta in fase d'ordine, con sovrapprezzo | | |

## DIMENSIONI E PESI

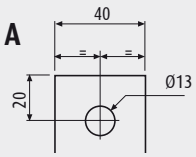
| kVA | Codice | Uk% | A | B | C | D | ØR | G | H | N | Peso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (kg) |
| **250** | **EE5NAIBA** | 6 | 1600 | 830 | 1430 | 670 | 125 | 345 | 485 | 880 | 1380 |
| **315** | **EF5NAIBA** | 6 | 1600 | 830 | 1480 | 670 | 125 | 345 | 485 | 900 | 1500 |
| **400** | **EG5NAIBA** | 6 | 1650 | 880 | 1600 | 670 | 150 | 395 | 485 | 1030 | 1700 |
| **500** | **EH5NAIBA** | 6 | 1650 | 890 | 1700 | 670 | 150 | 395 | 495 | 1110 | 1900 |
| **630** | **EI5NAIBA** | 6 | 1750 | 900 | 1800 | 670 | 150 | 395 | 515 | 1180 | 2250 |
| **800** | **EJ5NAIBA** | 6 | 1750 | 910 | 1920 | 670 | 150 | 395 | 505 | 1250 | 2700 |
| **1000** | **EK5NAIBA** | 7 | 1900 | 1000 | 2030 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1350 | 3100 |
| **1250** | **EL5NAIBA** | 8 | 1900 | 1000 | 2180 | 820 | 150 | 470 | 530 | 1480 | 3400 |
| **1600** | **EM5NAIBA** | 8 | 1950 | 1020 | 2300 | 820 | 150 | 470 | 550 | 1500 | 4050 |
| **2000** | **EN5NAIBA** | 8 | 2050 | 1310 | 2320 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1520 | 4900 |
| **2500** | **EO5NAIBA** | 8 | 2250 | 1310 | 2430 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1640 | 6000 |
| **3000** | **EP5NAIBA** | 8 | 2350 | 1310 | 2550 | 1070 | 200 | 580 | 730 | 1820 | 7000 |

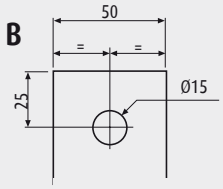
Valori riassuntivi di riferimento. Per la progettazione utilizzare il disegno costruttivo.

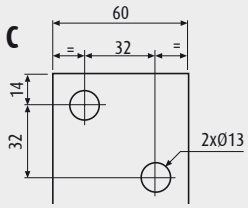
Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto.

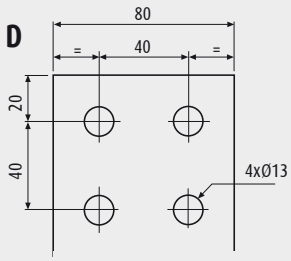


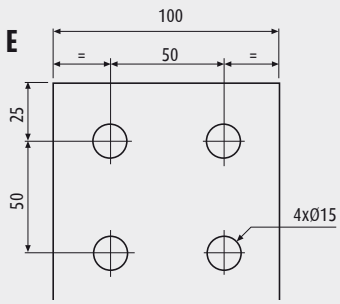
# Terminali di connessione BT

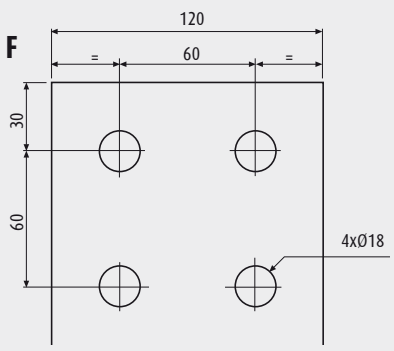


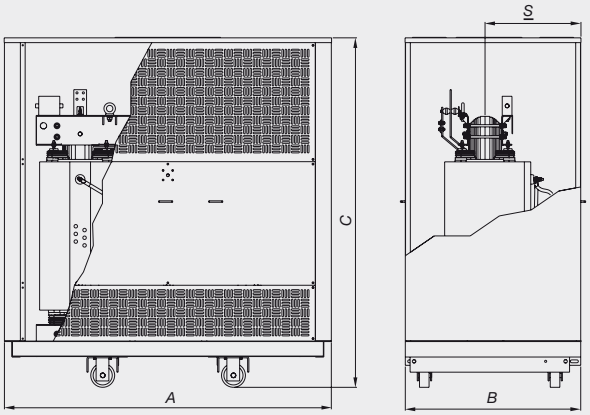

I terminali di collegamento BT sono realizzati in alluminio. Per il collegamento di cavi in rame, possono essere richieste le apposite piastrine di interfacciamento in CUPAL (codice 030013) che comportano un sovrapprezzo.

| Disegno | Range kVA | Spessore mm | Larghezza mm | Nr. fori | Ø fori mm |
|---|---|---|---|---|---|
| **A** | **100** | 4 | 40 | 1 | 13 |
| | **160** | 4 | 40 | 1 | 13 |
| **B** | **200** | 5 | 50 | 1 | 15 |
| | **400** | 5 | 50 | 1 | 15 |
| **C** | **500** | 6 | 60 | 2 | 13 |
| | **630** | 6 | 60 | 2 | 13 |
| | **800** | 8 | 60 | 2 | 13 |
| **D** | **1000** | 8 | 80 | 4 | 13 |
| **E** | **1250** | 8 | 100 | 4 | 15 |
| **F** | **1600** | 10 | 120 | 4 | 18 |
| | **2000** | 12 | 120 | 4 | 18 |
| | **2500** | 16 | 120 | 4 | 18 |
| | **3150** | 20 | 120 | 4 | 18 |

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto

# Box solidali

## DATI TECNICI da 100 a 3150 kVA




**Colore RAL 7032**
**Serratura AREL sul box codice 230076**

**Grado di protezione: IP21-IP31-IP23**

**Classe 12-17,5-24 kV**

**Per la Classe 36 kV dimensioni e peso box a richiesta**

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto

| KVA | Codice | A (mm) | B (mm) | C (mm) | S (mm) | Peso (kg) | Grado di protezione Pareti | Fondo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **100** | **230316** | | | | | 120 | IP21 | |
| | **230353** | 1600 | 900 | 1470 | 500 | 120 | IP31 | IP20 |
| | **230288** | | | | | 130 | IP23 | |
| **160** | **230316** | | | | | 120 | IP21 | |
| | **230353** | 1600 | 900 | 1470 | 500 | 120 | IP31 | IP20 |
| | **230288** | | | | | 130 | IP23 | |
| **200** | **230316** | | | | | 120 | IP21 | |
| | **230353** | 1600 | 900 | 1470 | 500 | 120 | IP31 | IP20 |
| | **230288** | | | | | 130 | IP23 | |
| **250** | **230211** | | | | | 140 | IP21 | |
| | **230263** | 1700 | 950 | 1580 | 405 | 140 | IP31 | IP20 |
| | **230273** | | | | | 150 | IP23 | |
| **315** | **230211** | | | | | 140 | IP21 | |
| | **230263** | 1700 | 950 | 1580 | 405 | 140 | IP31 | IP20 |
| | **230273** | | | | | 150 | IP23 | |
| **400** | **230212** | | | | | 160 | IP21 | |
| | **230234** | 1800 | 1000 | 1680 | 405 | 160 | IP31 | IP20 |
| | **230215** | | | | | 170 | IP23 | |
| **500** | **230212** | | | | | 160 | IP21 | |
| | **230234** | 1800 | 1000 | 1680 | 405 | 160 | IP31 | IP20 |
| | **230215** | | | | | 170 | IP23 | |
| **630** | **230204** | | | | | 180 | IP21 | |
| | **230222** | 1900 | 1050 | 1950 | 575 | 180 | IP31 | IP20 |
| | **230277** | | | | | 200 | IP23 | |
| **800** | **230204** | | | | | 180 | IP21 | |
| | **230222** | 1900 | 1050 | 1950 | 575 | 180 | IP31 | IP20 |
| | **230277** | | | | | 200 | IP23 | |
| **1000** | **230213** | | | | | 210 | IP21 | |
| | **230223** | 2050 | 1100 | 2200 | 600 | 210 | IP31 | IP20 |
| | **230221** | | | | | 230 | IP23 | |
| **1250** | **230213** | | | | | 210 | IP21 | |
| | **230223** | 2050 | 1100 | 2200 | 600 | 210 | IP31 | IP20 |
| | **230221** | | | | | 230 | IP23 | |
| **1600** | **230214** | | | | | 280 | IP21 | |
| | **230249** | 2300 | 1310 | 2500 | 730 | 280 | IP31 | IP20 |
| | **230267** | | | | | 340 | IP23 | |
| **2000** | **230214** | | | | | 280 | IP21 | |
| | **230249** | 2300 | 1310 | 2500 | 730 | 280 | IP31 | IP20 |
| | **230267** | | | | | 340 | IP23 | |
| **2500** | **230287** | | | | | 300 | IP21 | |
| | **230371** | 2500 | 1310 | 2700 | 730 | 300 | IP31 | IP20 |
| | **230309** | | | | | 360 | IP23 | |
| **3150** | **230287** | | | | | 300 | IP21 | |
| | **230371** | 2500 | 1310 | 2700 | 730 | 300 | IP31 | IP20 |
| | **230309** | | | | | 360 | IP23 | |

# Accessori

## SONDE DI MISURA DELLA TEMPERATURA

Le sonde sono fornite montate sul trasformatore e cablate fino ad una robusta cassetta di derivazione IP 55 in alluminio pressofuso.

| Tipo | Range kVA | Codice | Qtà | Soglia di temperatura °C | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| Pt100 | fino a 2000 | **200073** | 3 | - | 3 sonde montate sugli avvolgimenti BT e cablate in cassetta |
| Pt100 | da 2500 | **200074** | 3 | - | 3 sonde montate sugli avvolgimenti BT e cablate in cassetta |
| Pt100 | fino a 2000 | **200137** | 4 | - | 3 sonde montate sugli avvolgimenti BT più una sonda montata sul nucleo e cablate in cassetta |
| Pt100 | da 2500 | **200138** | 4 | - | 3 sonde montate sugli avvolgimenti BT più una sonda montata sul nucleo e cablate in cassetta |
| PTC | - | **CB0012** | 6 | 130 - 140 | 3 coppie di sonde PTC sugli avv. BT per allarme e sgancio. Cablate in cassetta |
| PTC | - | **CB0240** | 6 | 110 - 120 | 3 coppie di sonde PTC sugli avv. BT per allarme e sgancio. Cablate in cassetta |

## BARRE DI VENTILAZIONE

Le barre di ventilazione consentono un incremento temporaneo della potenza nominale (in condizioni di esercizio nominali) e vengono fornite montate sul trasformatore.

| Range kVA | Codice | Incremento potenza % | Note |
|---|---|---|---|
| 100 - 250 | **CB02443** | + 30 | Incremento temporaneo in condizioni nominali |
| 315 - 800 | **CB02453** | + 30 | |
| 1000 - 1250 | **CB02463** | + 30 | |
| 1600 - 2500 | **CB01413** | + 20 | |
| 3150 | **CB01411** | + 15 | |
| 100 - 250 | **CB02444** | + 40 | |
| 315 - 800 | **CB02454** | + 40 | |
| 1000 - 1250 | **CB02464** | + 40 | |
| 1600 - 2500 | **CB01414** | + 30 | |
| 3150 | **CB01412** | + 20 | |

## CENTRALINA CONTROLLO VENTILATORI

La centralina viene fornita sciolta

| Tipo | Codice | Note |
|---|---|---|
| VRT200 | **220035** | Per il comando delle barre di ventilazione |

## CENTRALINE CONTROLLO TEMPERATURA

La centralina viene fornita sciolta

| Tipo | Codice | Note |
|---|---|---|
| T154 | **220002** | Centralina per 4 sonde Pt100. |
| MT200 | **220023** | Centralina per 4 sonde Pt100. |
| T119 DIN | **220010** | Centralina per 6 sonde PTC. Predisposta per montaggio su guida DIN |
| T 119 | **22004** | Centralina per 6 sonde PTC. |

## ANTIVIBRANTI IN GOMMA

| Range kVA | Codice | Note |
|---|---|---|
| 100 - 1600 | **170019** | 4 antivibranti forniti sciolti per il montaggio sotto le ruote del trasformatore |
| 2000 - 3150 | **170020** | 4 antivibranti forniti sciolti per il montaggio sotto le ruote del trasformatore |

## TERMOMETRO AMAGNETICO

| Codice | Descrizione |
|---|---|
| **250662** | Termometro senza staffa di supporto |
| **258005** | Portatermometro (sempre necessario) |

## KIT SCARICATORI MONTATI SUL TRASFORMATORE

| Tensione Vn kV | Codice |
|---|---|
| 10 | **130054D** |
| 15 | **130055D** |
| 20 | **130056D** |

Tutti i dati riportati possono essere modificati senza preavviso per esigenze tecnico produttive o di miglioramento del prodotto

# INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE

## INDICE DI SEZIONE


56 Indicazioni di sicurezza

57 Norme di riferimento e targa dati

58 Trasporto, ricevimento e stoccaggio

60 Installazione

68 Messa in servizio

70 Manutenzione

71 Glossario tecnico

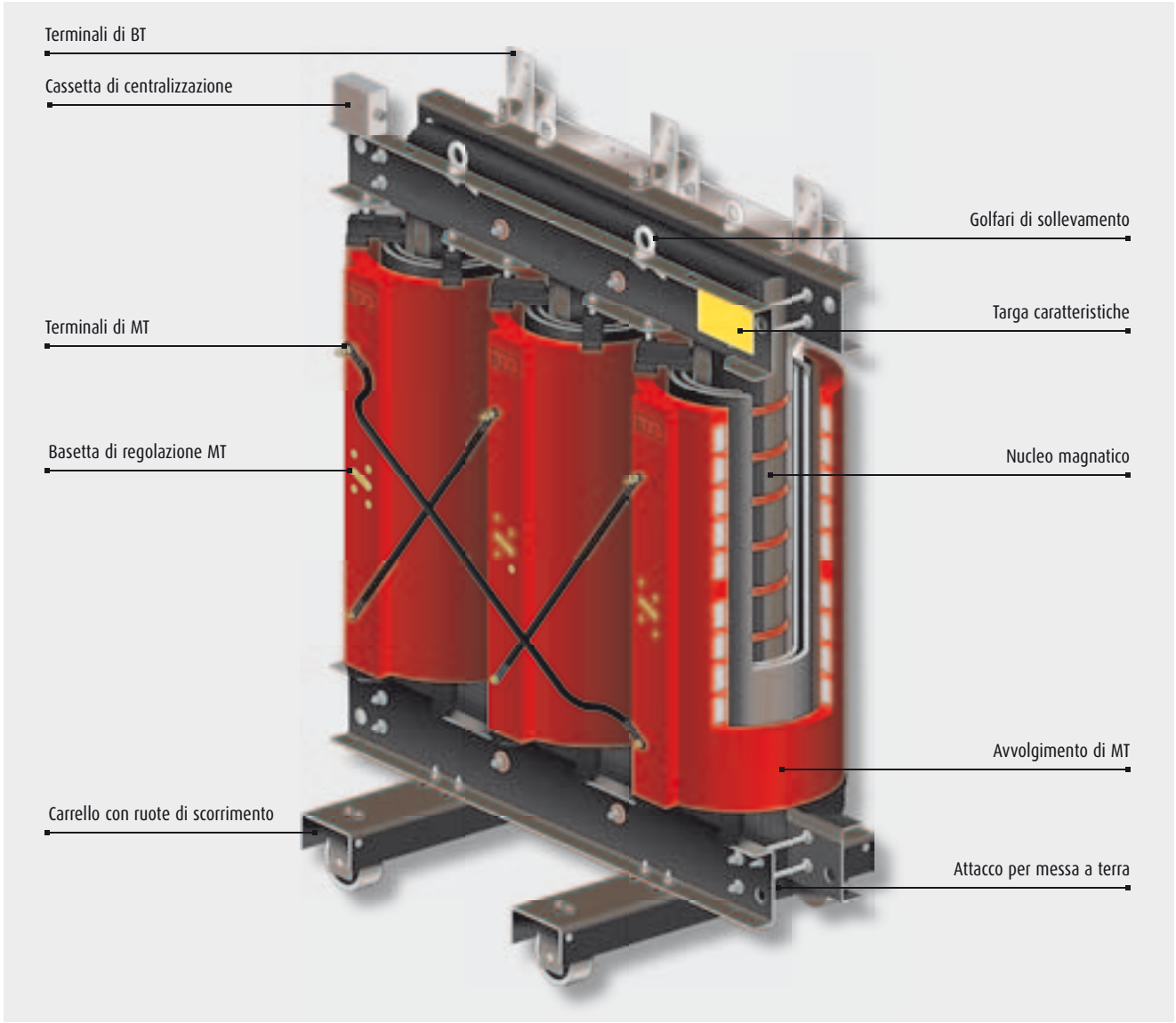
# Indicazioni di sicurezza

Il trasformatore in resina epossidica è una macchina elettrica. Essa deve essere installata, protetta e utilizzata nel rispetto delle vigenti normative nazionali ed internazionali.

- Leggere attentamente queste istruzioni d'uso prima di sollevare, spostare o mettere in esercizio il trasformatore.
- Qualsiasi operazione di lavoro deve avvenire senza la presenza di tensione.
- Non energizzare il trasformatore prima di aver effettuato il collegamento di messa a terra.
- Non accedere nell'area del trasformatore, o asportare parti di protezione senza aver tolto tensione.

## SERVIZIO ASSISTENZA

Per tutte le informazioni o le richieste di parti di ricambio è necessario rivolgersi al Customer Service, comunicando semplicemente il numero di matricola, telefonando allo 030 – 2017100 o inviando una e-mail a: info@elettromarnate.it

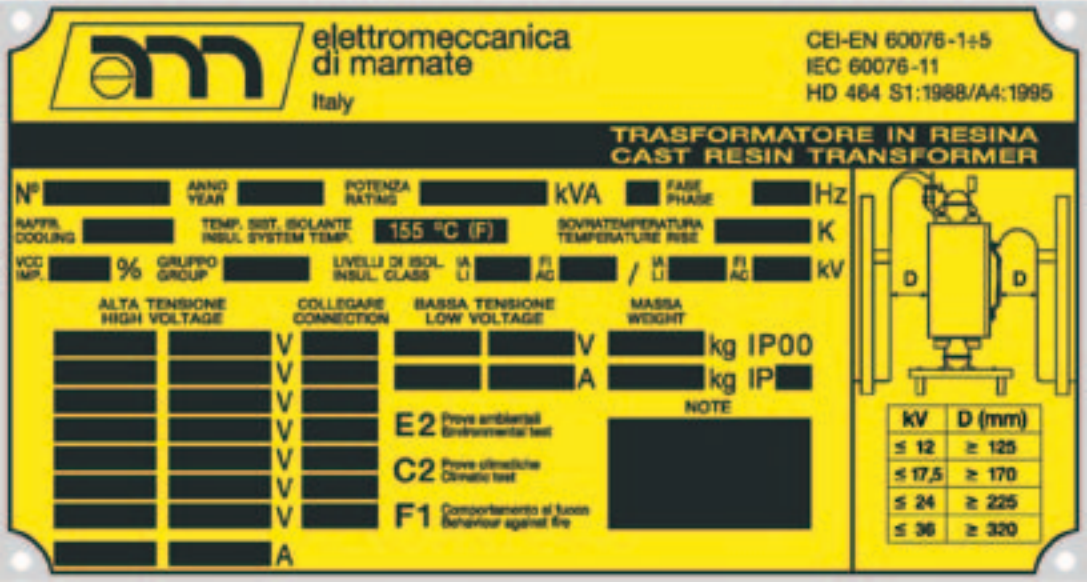


# Norme di riferimento e targa dati

## NORME DI RIFERIMENTO

IEC 60076-11 – Power transformers – Part. 11: Dry – type.
IEC 60076-1 – Power transformers – Part. 1: General Amendment 1 (1999).
IEC 60076-2 – Power transformers – Part. 2: Temperature rise.
EC 60076-3 – Power transformers – Part. 3: Insulation levels, dielectric test and external clearances in air.
IEC 60076-5 – Power transformers – Part. 5: Ability to withstand short circuit.
IEC 60076-10 – Power transformers – Part. 10: Determination of sound levels.
IEC 60085 – Thermal evaluations and classifications of electrical insulations.
IEC 60270 – High-voltage techniques – Partial discharge measurement.
IEC 60529 – Degree of protection provided by enclosures (IP code).
IEC 60905:1987 – Loading guide for dry-type power transformers.

## TARGA DATI



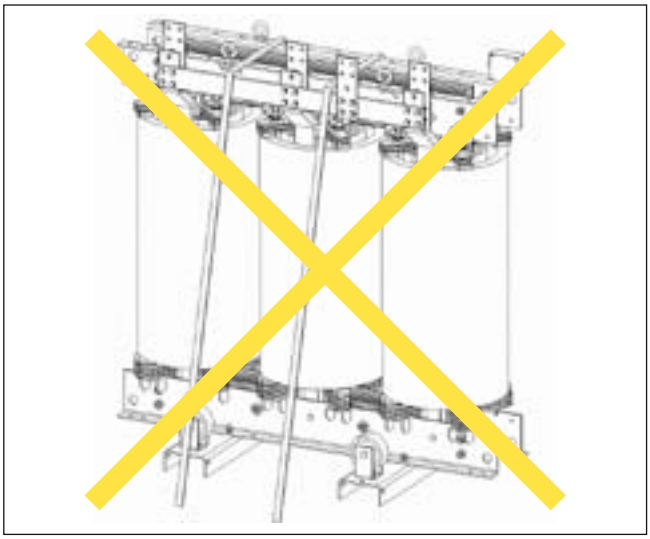

### Condizioni per il corretto esercizio del trasformatore

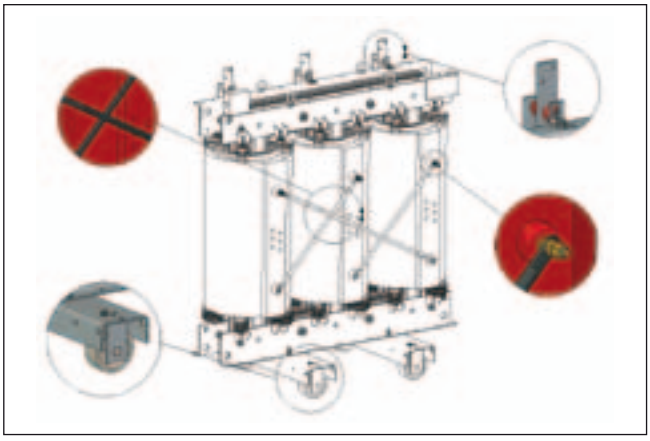
Osservanza delle indicazioni contenute all'interno delle presenti istruzioni d'uso;
Impiego del trasformatore in corrispondenza dei dati riportati sulla targa;
Collegare le parti da mettere a terra tramite gli appositi morsetti;
Proteggere contro agenti chimici, inquinamento atmosferico, irraggiamento solare e contro vegetazione o animali che possono influenzare le normali condizioni di funzionamento;
Protezione contro danni meccanici durante l'installazione o nelle normali condizioni di esercizio.

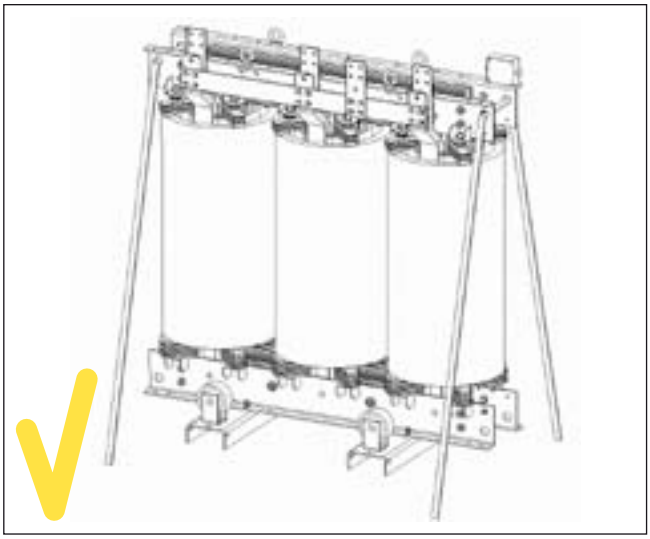
# Trasporto, ricevimento e stoccaggio

Durante il trasporto, i trasformatori devono essere adeguatamente fissati, utilizzando gli appositi fori predisposti nelle armature superiori del trasformatore.

In ogni caso, all'arrivo a destinazione, si raccomanda di esaminare attentamente il trasformatore per verificare che non abbia subito danni durante il trasporto (barre BT o connessioni MT, isolatori rotti, scalfitture sugli avvolgimenti MT, presenza di umidità o sporco, armadio di protezione danneggiato, presenza di corpi estranei, ecc.).

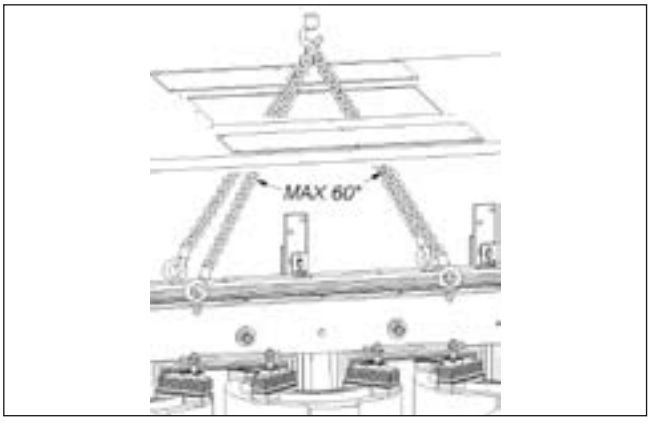




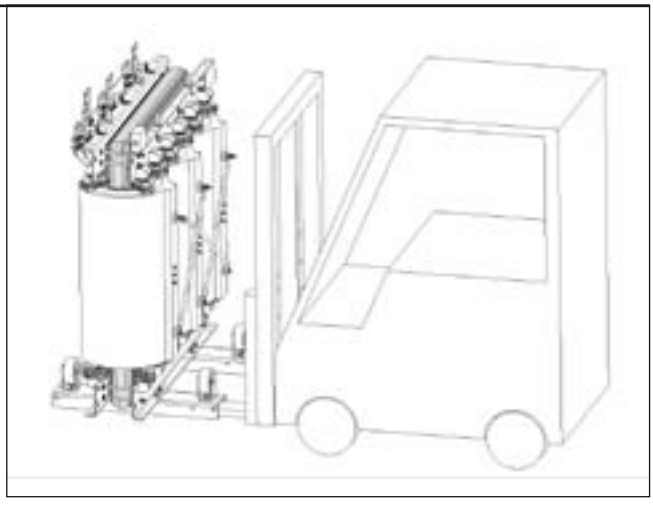


**Annotare qualunque non conformità riscontrata sulla bolla di consegna e notificarla al trasportatore o a EdM a mezzo fax o raccomandata A.R. entro 3 gg. dal ricevimento del trasformatore.**

## SOLLEVAMENTO




Attenzione: non sostare sotto ai carichi sospesi.



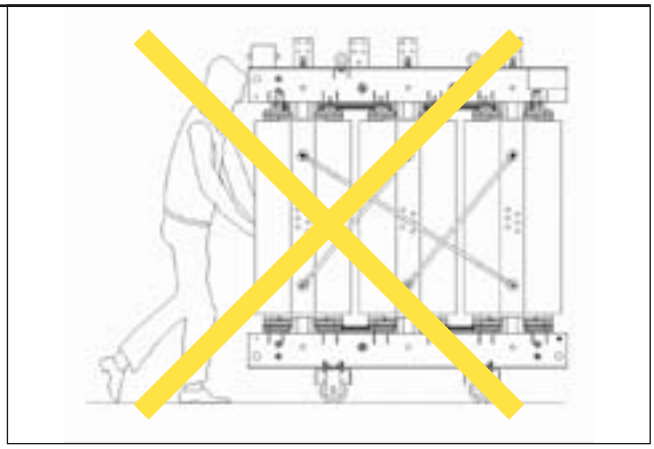
Attenzione: il trasformatore può ribaltarsi.

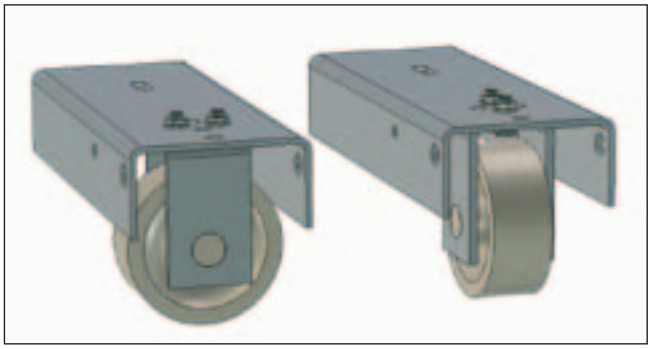
## SPOSTAMENTO

La traslazione del trasformatore, sia in presenza dell'armadio di protezione che privo dello stesso, deve essere eseguita obbligatoriamente agendo sul carrello o sulle armature inferiori; ed in particolare sugli appositi fori posti sugli stessi.

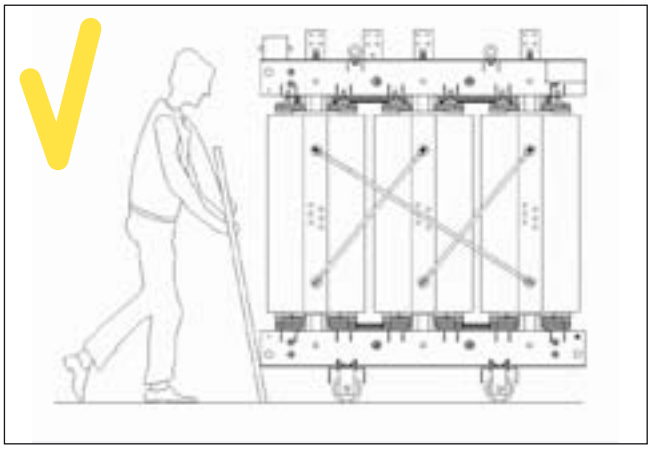
Non spostare il trasformatore spingendo direttamente sulle bobine in resina.

**Max. distanza di spostamento con le ruote: 10 mt**





La traslazione può essere effettuata soltanto in due direzioni, a seconda del montaggio delle ruote.



## IMMAGAZZINAMENTO

Se il trasformatore non viene direttamente installato è buona regola proteggerlo da acqua, polvere, umidità e luce solare.

Di regola il trasformatore viene fornito con un imballo protettivo in PVC che non deve essere rimosso in caso di immagazzinamento.

La temperatura dell'ambiente circostante non dovrebbe essere inferiore a –25° C.

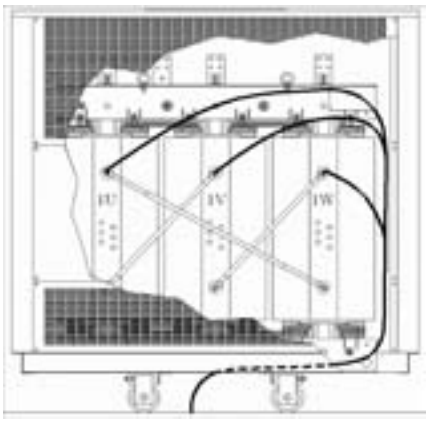
# Installazione

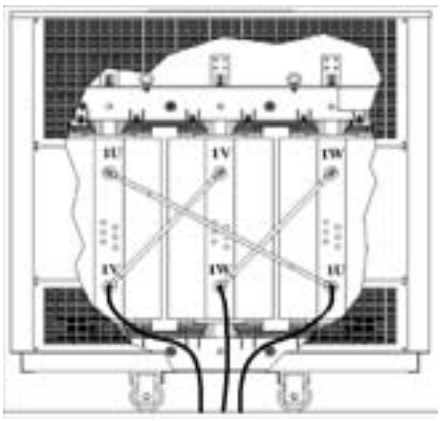
I trasformatori inglobati in resina di EdM sono adatti in esecuzione standard per installazioni all'interno, in ambiente pulito secco, senza la possibilità di entrata d'acqua, protetti dalle radiazioni solari dirette, con le seguenti temperature in esecuzione standard: massima: +40°C; media giornaliera: +35°C nel caso delle 24h.
Solo se richiesta, ed in particolari condizioni ambientali, l'installazione potrà essere fatta all'esterno con i trasformatori protetti da box, al riparo dalla luce solare diretta e dall'acqua, con un grado di protezione minimo IP 21.
Durante l'installazione attenersi alle vigenti Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
Quando esista, o possa esistere un particolare pericolo per la presenza di atmosfere esplosive o infiammabili, bisogna far riferimento a quanto prescritto dalle specifiche Direttive Nazionali applicabili.

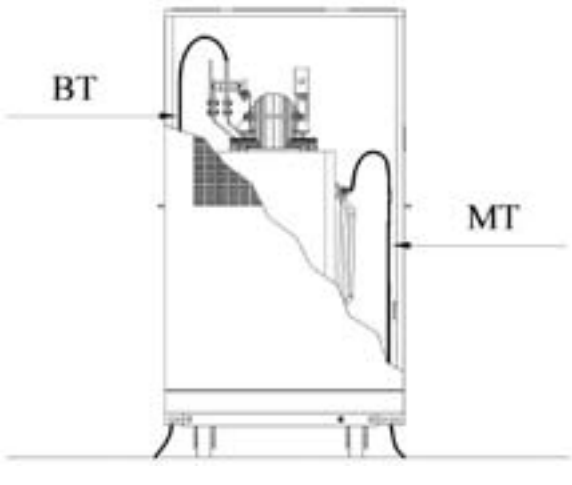
## ESEMPI D'INSTALLAZIONE

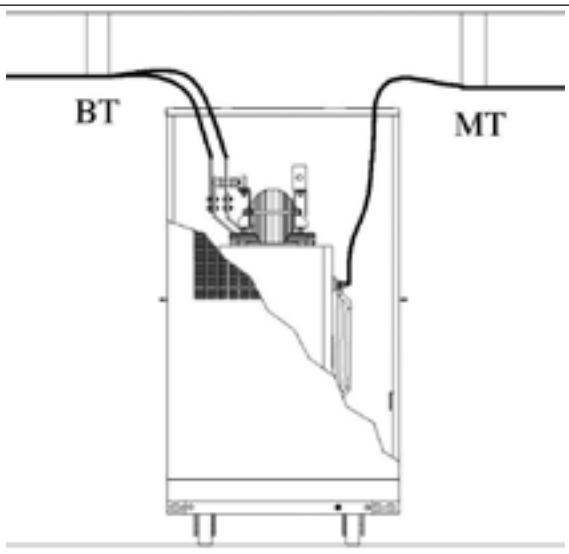
Nel seguito sono riportati alcuni esempi di allacciamento sia dal basso che dall'alto.

**installazione in box**







Ci sono soltanto alcune indicazioni che devono essere rispettate:

1. In esecuzione di serie: installazione all'interno, in ambiente pulito secco, protetto dalle radiazioni solari dirette, senza la possibilità d'entrata d'acqua.
   Per proteggere i trasformatori dalle influenze dell'ambiente esterno e le persone dai rischi di contatti diretti, è disponibile una serie di box standard, con differenti gradi di protezione IP21-IP31-IP23, in funzione delle esigenze di installazione.
2. Altitudine sul livello del mare non superiore a 1000m (per altezze superiori contattare EdM).
3. Temperatura dell'aria ambiente all'interno del locale, quando il trasformatore è in esercizio (per valori più elevati contattare EdM):
   • T minima: – 25°C
   • T massima: + 40°C
4. In esecuzione di serie i trasformatori sono dimensionati in accordo alle Norme EN 60076-11 per le seguenti temperature dell'aria ambiente:
   • 40°C in ogni momento
   • 30°C come media mensile nel mese più caldo
   • 20°C come media annua

Esempi di installazione corretta dei trasformatori in resina

# Installazione

## COPPIE DI SERRAGGIO DEI COLLEGAMENTI ELETTRICI E FISSAGGI MECCANICI

Il bloccaggio e / o serraggio sia delle connessioni elettriche che dei fissaggi meccanici deve essere eseguito in accordo con i valori riportati in tabella.

| | Collegamenti elettrici [Nm] | | Collegamenti meccanici | |
|---|---|---|---|---|
| Vite/Bullone | Acciaio | Ottone | [Nm] | (mm) |
| M 6 | 10-15 | 5-10 | 20 | 10 |
| M 8 | 30-40 | 10-15 | 35 | 13 |
| M 10 | 50-60 | 20-30 | 45 | 17 |
| M 12 | 60-70 | 40-50 | 60 | 19 |
| M 14 | 90-100 | 60-70 | 100 | 22 |
| M 16 | 120-130 | 80-90 | 170 | 24 |
| M 18 | - | - | 240 | 27 |
| M 20 | - | - | 330 | 30 |
| M 22 | - | - | 450 | 32 |
| M 24 | - | - | 600 | 36 |

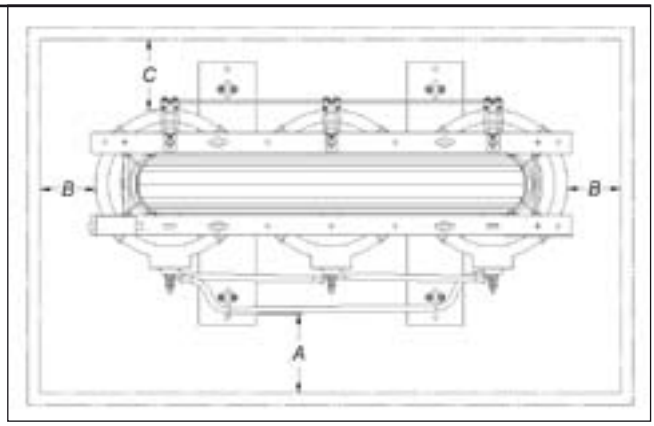
## POSIZIONAMENTO

Il trasformatore in resina non garantisce un sicuro isolamento da contatto.

E' assolutamente vietato toccare gli avvolgimenti inglobati quando la macchina è in tensione.

Per questo motivo la sua installazione deve essere effettuata sempre all'interno di un box, di una recinzione o di un locale accessibile solo attraverso delle porte aventi delle serrature che ne consentono l'apertura solo se il trasformatore è fuori tensione.

All'interno della cabina, la macchina deve essere posizionata in modo che siano rispettate le distanze minime d'isolamento verso le pareti. Tali distanze dipendono dalla classe d'isolamento del trasformatore riportata in targa.



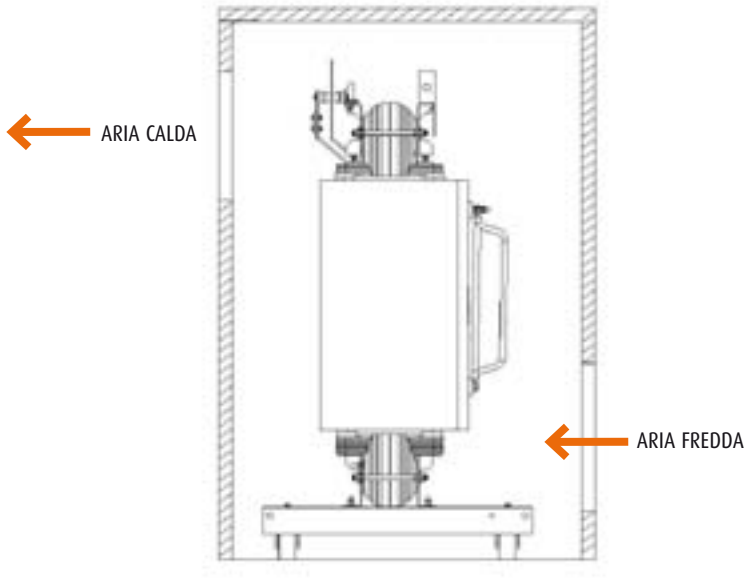

| kV | A (mm) | B (mm) | C (mm) |
|---|---|---|---|
| ≤ 12 | ≥ 125 | ≥ 60 | (*) |
| ≤ 17,5 | ≥ 170 | ≥ 80 | (*) |
| ≤ 24 | ≥ 225 | ≥ 120 | (*) |
| ≤ 36 | ≥ 320 | ≥ 200 | (*) |

(*) se i morsetti di regolazione si trovano:
- sul lato attacchi MT: C = B
- sul lato attacchi BT: C = A

## VENTILAZIONE

Le superfici di raffreddamento dovranno essere lambite dall'aria di circolazione; ciò implica corrette ed adeguate aperture per il passaggio dell'aria (circa 3,5÷4 $m^3$ di aria fresca al minuto per ogni kW di perdite). Qualora la circolazione dell'aria fosse insufficiente, il trasformatore subirà un riscaldamento anomalo, che nei casi più gravi può provocare l'intervento della protezione termica.

"Per i trasformatori non muniti di ruote è bene che il fondo sia sufficientemente sollevato da terra in modo da permettere l'entrata dell'aria di raffreddamento dalla parte inferiore.
Qualora la geometria del locale non consente un adeguato ricambio d'aria, bisogna installare un sistema di estrazione o circolazione dell'aria, che assicuri un opportuno raffreddamento del trasformatore".




## SOVRATENSIONI

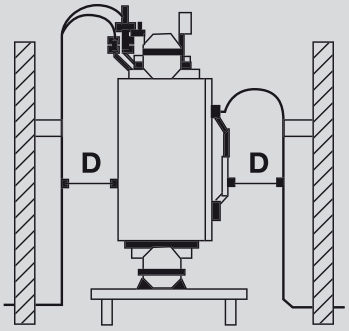
Nel caso in cui il trasformatore sia esposto a sovratensioni (atmosferiche o di manovra) è necessaria la protezione mediante l'uso di idonei scaricatori, tarati in funzione della tensione di esercizio.

Scaricatori di sovratensione per CRT

# Installazione

La sinergia di gruppo ha permesso l'integrazione tra condotti sbarre ZUCCHINI e trasformatori in resina EdM, che possono essere predisposti per la connessione diretta con la linea SCP ZUCCHINI. Le versioni che vengono di seguito mostrate rappresentano soltanto alcune delle soluzione standardizzate.

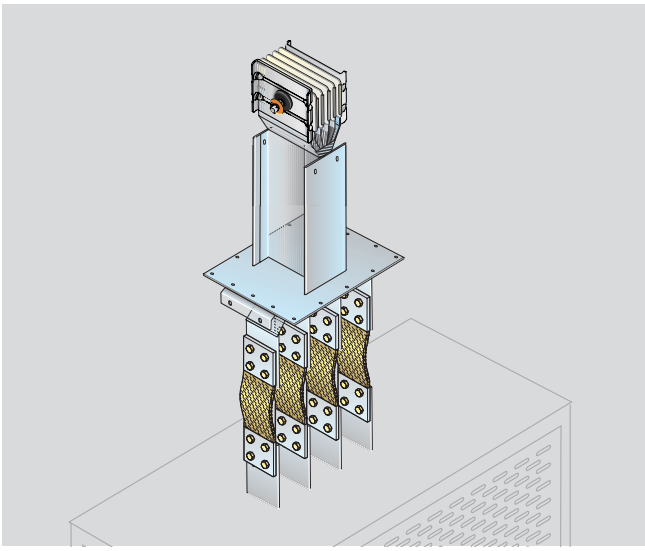
Per un corretto collegamento dei cavi di media tensione al trasformatore è necessario rispettare le distanze minime consigliate (12 cm minimo) per evitare che si possano innescare scariche dovute alla ionizzazione o alle scariche parziali. Per maggiori dettagli vedere la sezione "Installazione e manutenzione" riportata di seguito.




| Trasformatore | | Corrente a 400 V | Ik 6% | Condotto sbarre | |
|---|---|---|---|---|---|
| kVA | Classe Isolamento | | | Famiglia | Elemento di connessione |
| (kVA) | (kV) | (A) | (kA) | | |
| 630 | 12, 17,5, 24, 36 | 910 | 15,2 | SCP 1000 A Al | 60281012 P |
| 800 | | 1155 | 19,5 | SCP 1250 A Al | 60281014 P |
| 1000 | | 1443 | 24,1 | SCP 1600 A Al | 60281016 P |
| 1250 | | 1804 | 30,1 | SCP 2000 A Al | 60281017 P |
| 1600 | | 2310 | 38,5 | SCP 2500 A Al | 60391014 P |
| 2000 | | 2887 | 48,2 | SCP 3200 A Al | 60391016 P |
| 2500 | | 3608 | 60,2 | SCP 4000 A Al | 60391017 P |

Esempio di integrazione tra trasformatori EDM e condotti sbarre ZUCCHINI

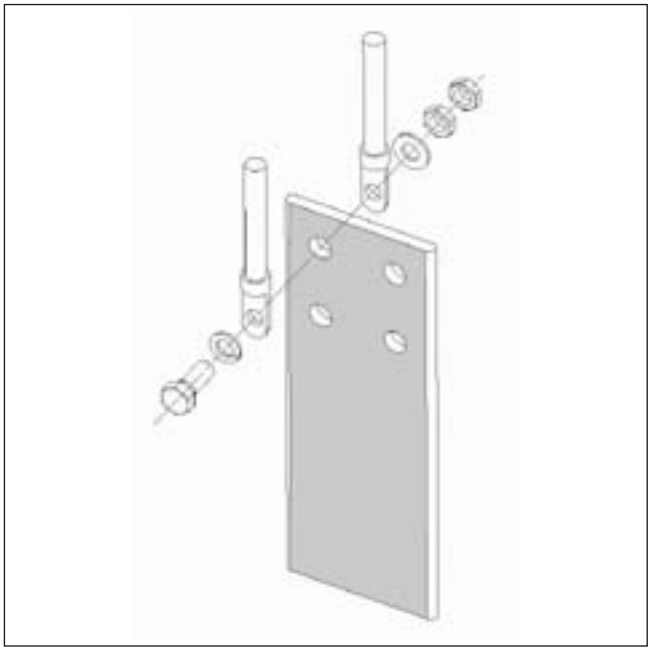
| Trasformatore | | Corrente a 400 V | Ik 6% | Condotto sbarre | |
|---|---|---|---|---|---|
| kVA | Classe Isolamento | | | Famiglia | Elemento di connessione |
| (kVA) | (kV) | (A) | (kA) | | |
| 630 | 12, 17,5, 24, 36 | 910 | 15,2 | SCP 1000 A Cu | 60281011 P |
| 800 | | 1155 | 19,5 | SCP 1250 A Cu | 60281013 P |
| 1000 | | 1443 | 24,1 | SCP 1600 A Cu | 60281015 P |
| 1250 | | 1804 | 30,1 | SCP 2000 A Cu | 60281016 P |
| 1600 | | 2310 | 38,5 | SCP 2500 A Cu | 60281018 P |
| 2000 | | 2887 | 48,2 | SCP 3200 A Cu | 60391015 P |
| 2500 | | 3608 | 60,2 | SCP 4000 A Cu | 60391016 P |

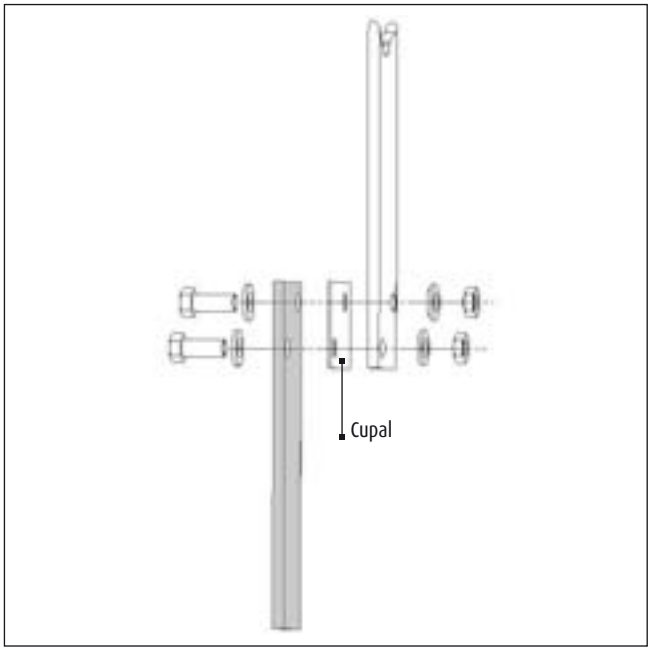


## CONNESSIONI LATO BT

I terminali di BT sono disposti nella parte superiore del trasformatore, e sono normalmente in alluminio.
La connessione in cavo dovrebbe essere effettuata con dei capicorda in rame stagnato, collegando uno o due cavi per foro, nel modo indicato in figura.

Nel caso di collegamento dei terminali BT con sbarre in rame non trattate, vengono fornite, a richiesta, delle apposite piastre intermedie in Cupal.



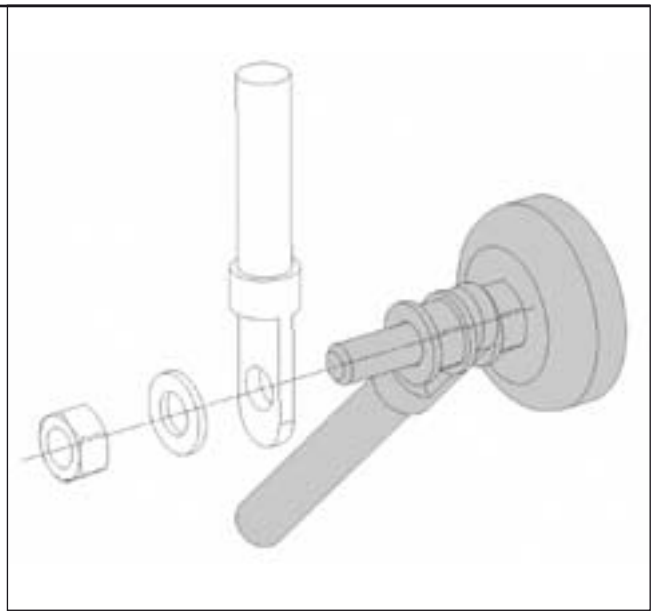



## CONNESSIONI LATO MT

I terminali MT sono solidali con l'avvolgimento stesso, e sono solitamente realizzati con dei perni in ottone.
Questi sono disposti alle due estremità dell'avvolgimento, al fine di:

- facilitare la connessione ai cavi MT in ingresso sia dall'alto che dal basso;
- consentire la connessione tra le fasi e il collegamento del trasformatore alla rete MT;
- evitare coppie galvaniche tra i vari materiali che possono coesistere nella connessione.

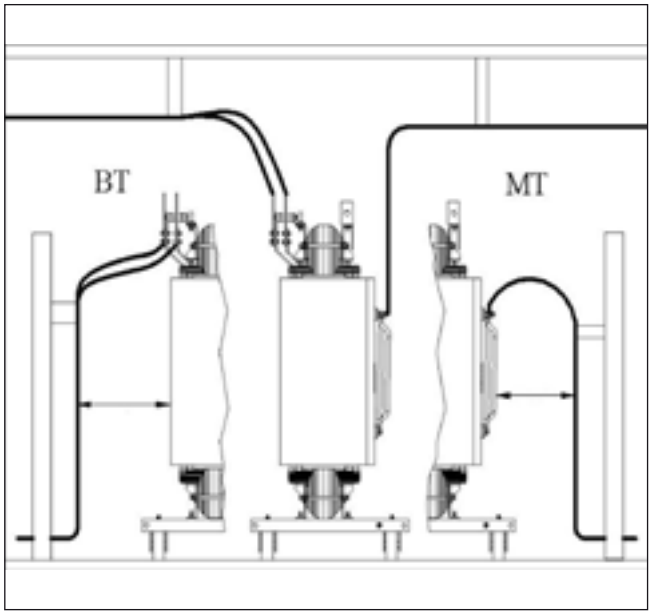
La sostituzione di bulloni in ottone con bulloni di altro materiale potrebbe alterare la connessione.

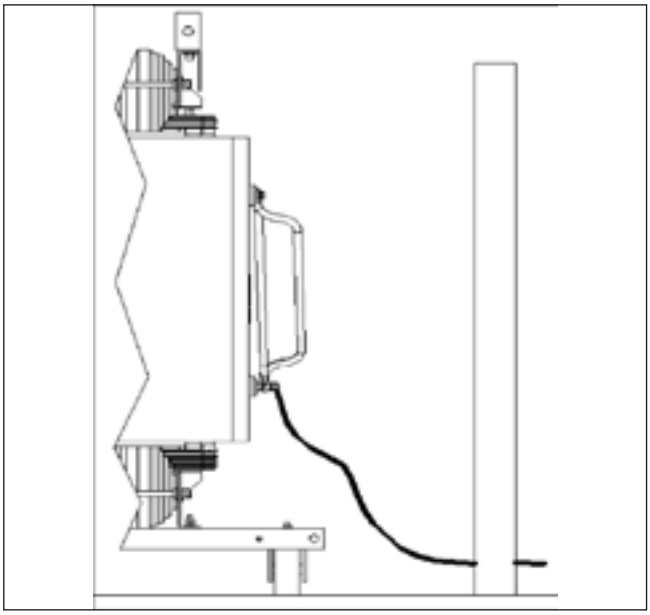


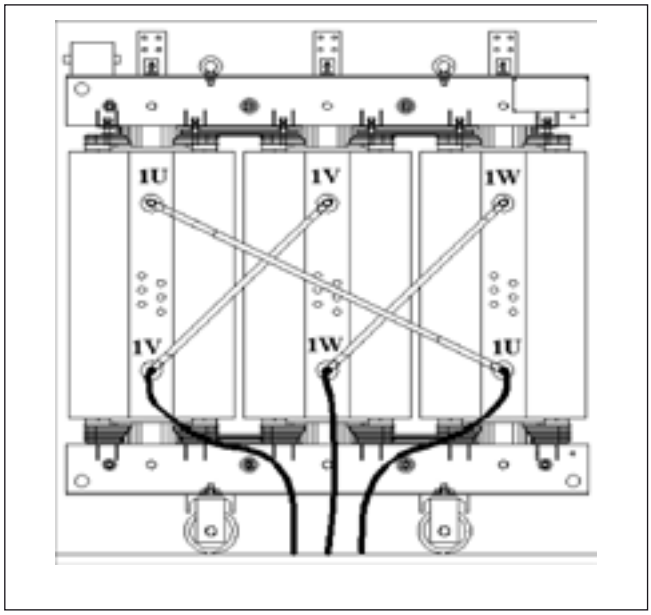
# Installazione

**installazione senza box di protezione (IP00)**

Inoltre gli stessi cavi dovranno sempre essere ammarati per evitare sforzi meccanici sugli isolatori.



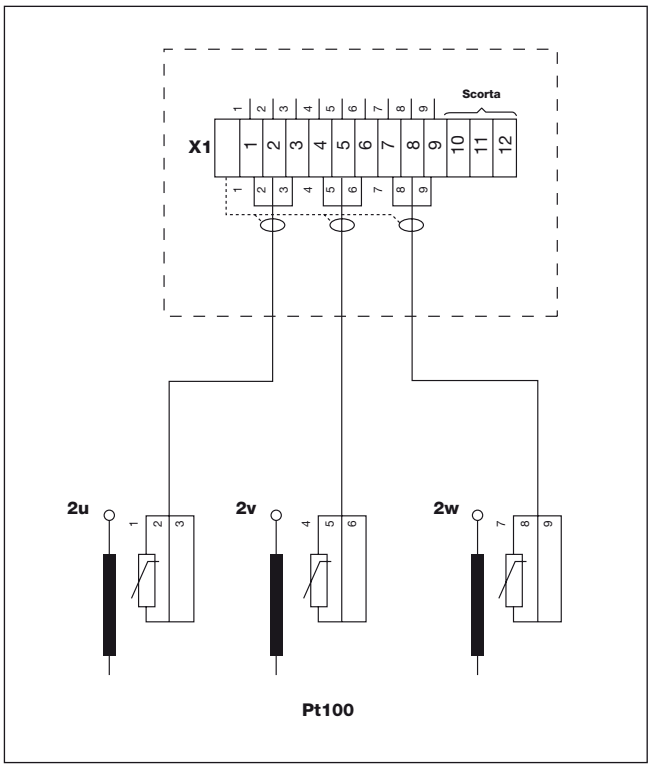


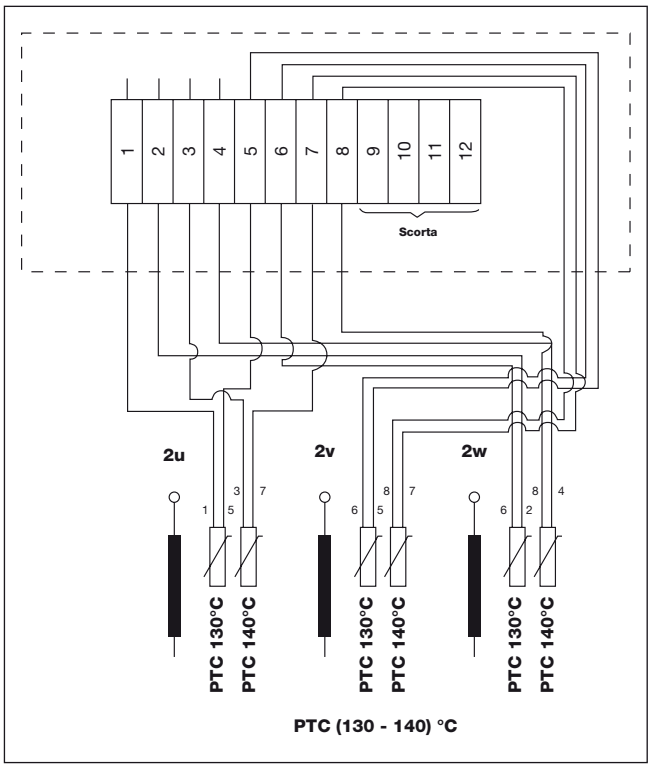
## SISTEMI DI CONTROLLO DELLA TEMPERATURA

Ogni trasformatore di EdM viene equipaggiato di serie con sonde Pt100.
A richiesta possono essere utilizzati altri sensori di temperatura come PTC secondo le DIN44082.

Centraline di controllo e comando per Pt100 o per PTC vengono fornite a richiesta.
Schemi di collegamento, numero e funzione dei contatti, numerazione morsetti sono da rilevare sulle specifiche istruzioni d'uso delle centraline.

### Schemi di collegamento delle morsettiere




Se il trasformatore è munito di centralina per il monitoraggio della temperatura, le tarature consigliate sono:

**Taratura consigliata**

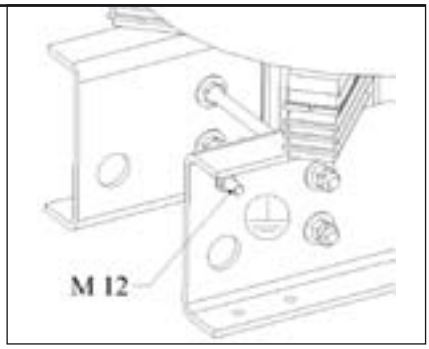
| Classe | Allarme (°C) | Sgancio (°C) |
|---|---|---|
| Classe H | 140 | 155 |
| Classe F | 130 | 140 |
| Classe B | 110 | 120 |

# Messa in servizio

Prima di mettere in servizio il trasformatore effettuare i seguenti controlli:

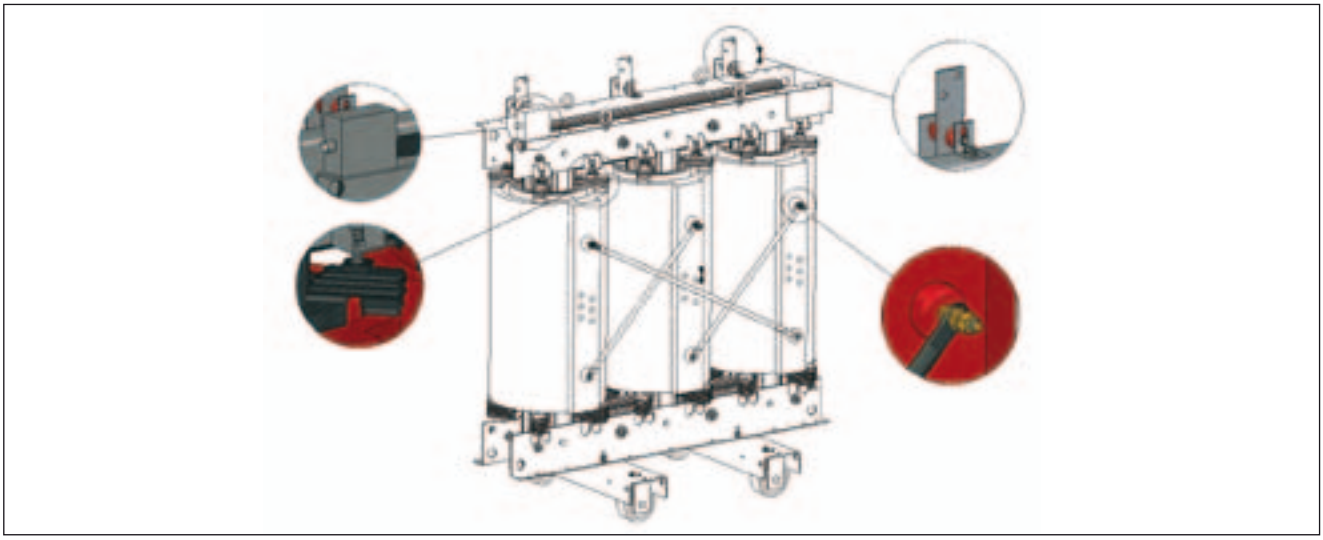
## COLLEGAMENTO A TERRA DEL TRASFORMATORE

Conduttore di terra ≥ 16mm², in accordo alla Norma CEI 11-1 capitolo 9.




## COLLEGAMENTI

1. Controllare che gli avvolgimenti non abbiano subito spostamenti e che i bulloni di compressione siano ben posizionati sui blocchetti di ammaraggio.
2 Verificare le connessioni tra i cavi di MT e i relativi isolatori, i cavi o le barre di BT e i relativi piatti d'uscita del trasformatore.
3. Verificare che i collegamenti di terra e i collegamenti dei circuiti ausiliari siano corretti e solidali.



## PULIZIA

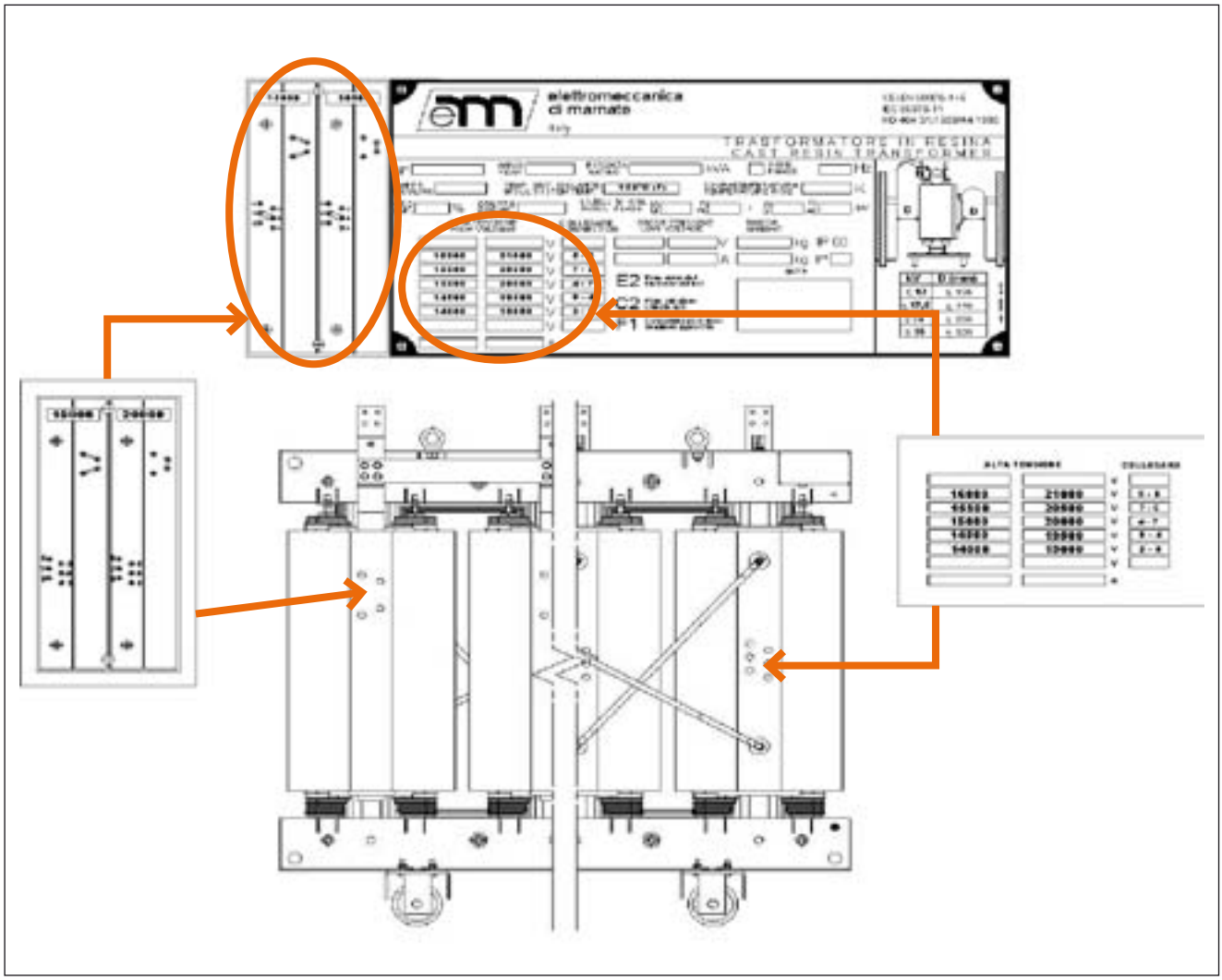
Se il trasformatore è rimasto in giacenza per lungo tempo, procedere alla pulizia generale della macchina.
Pulire con un aspiratore gli avvolgimenti MT / BT da eventuali depositi di polvere, di sporco e di condensa, al fine di evitare la dispersione delle stesse sulle restanti parti del trasformatore.

## BASETTE PER LA REGOLAZIONE DELLA TENSIONE

Le tolleranze di tensione dell'Ente erogatore dell'energia elettrica, possono essere compensate mediante cambio di prese (spostamento delle piastrine) in modo da mantenere costante la tensione ai terminali di B.T.
Di serie i trasformatori vengono forniti con prese di tensione –5%, -2.5%, 0, +2.5%, +5%.
Lo schema di collegamento delle prese per i trasformatori con una o due tensioni primarie è riportato sulle targhe.
È importante eseguire lo spostamento delle piastrine su tutte e 3 le colonne di M.T.
È importante che le piastrine abbiano le stessa posizione su tutte le basette di regolazione, onde evitare correnti di circolazione che danneggerebbero in modo irreversibile il trasformatore.

## MESSA IN TENSIONE

Dopo aver effettuato un controllo generale dell'impianto e verificato che non siano stati dimenticati oggetti sul trasformatore, si può chiudere l'interruttore di alimentazione lato MT e successivamente applicare il carico all'avvolgimento di Bassa Tensione attraverso la chiusura dell' interruttore lato BT.



# Manutenzione

Generalmente e, in condizioni normali di esercizio, i trasformatori in resina EdM non richiedono una specifica manutenzione.

**Tabella indicativa sulle principali operazioni di manutenzione e verifica**

| Pos. | Controllo da effettuare | Periodicità del controllo | Strumento da utilizzare | Risultato da ottenere |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Funzionalità termosonde Pt100/PTC | Annuale e/o in caso di necessità | Tester | Continuità elettrica |
| 2 | Centralina | Mensile e/o dopo eventi eccezionali | - | Verifica funzionamento come da istruzioni d'uso. |
| 3 | Pulizia da polveri, depositi da sporco, eventuali corpi estranei sugli avvolgimenti | Semestrale e/o in occasione dì eventuali fermate | Aria compressa secca a bassa pressione max 3 bar e stracci asciutti | Assenza di occlusioni/sporcizia nei canali di raffreddamento degli avvolgimenti MT e BT |
| 4 | Condense depositate sugli avvolgimenti | Dopo una sosta del trasformatore | Forno e/o metodo di riscaldamento in corto circuito | Essicazione a circa 80 °C |
| 5 | Bulloneria dei collegamenti a stella/triangolo e terminali MT/BT | Annuale e/o in caso di necessità | Chiave dinamometrica | Coppia di serraggio vedi tab. paragrafo 4.4 |
| 6 | Controllo isolamento degli avvolgimenti tra loro e verso massa | Dopo una sosta del trasformatore | Megaohmetro (tipo Megger) con tensione superiore a 1000V | BT e massa: min 5 MOhm<br>MT e massa: min 20 MOhm<br>MT e BT: min 20 MOhm<br>In caso di valori minori, interpellare EdM |
| 7 | Controllo centratura avvolg. MT/BT su nucleo magnetico | Dopo eventi eccezionali (urto accidentale, c.to c.to) | Metro | Centratura geometrica degli avvolgimenti |
| 8 | Controllo piastre di registro blocchetti di sospensione | Annuale e/o dopo eventi eccezionali | Chiave dinamometrica | Coppia di serraggio da 20 a 40 Nm |

**Guida all'identificazione e risoluzione dei possibili inconvenienti**

| Pos. | Inconveniente riscontrato | Possibile causa | Provvedimenti da prendere |
|---|---|---|---|
| 1 | Surriscaldamento | Irregolare distribuzione del carico | Verifica la simmetria delle correnti, modificandone la ripartizione |
| 2 | Surriscaldamento | Temperatura ambiente elevata | Verificare che le aperture di ventilazione della cabina o del box di protezione non siano occluse.<br>Ripristinare la circolazione di aria |
| 3 | Surriscaldamento localizzato nel nucleo | Correnti parassite nel nucleo dovute a rotture o difetto di isolamento dei tiranti | Isolare i tiranti centrali sulle armature pressapacco, con tubetti e rondelle isolanti |
| 4 | Surriscaldamento localizzato nel nucleo | Tensione di alimentazione troppo alta | Verificare della posizione delle piastrine di cambio tensione, adattandole in modo da avere sul secondario a vuoto la tensione di valore minore o uguale a quella di targa (sul + oppure ++) |
| 5 | Rumore | Tensione di alimentazione troppo alta | |
| 6 | Rumore | Collegamenti / fissaggi rigidi con gli eventuali condotti sbarre, o con il pavimento | Sostituire i collegamenti rigidi con altri flessibili e/o inserire sotto i rulli di scorrimento dei supporti antivibranti |
| 7 | Intervento dei rivelatori di temperatura. Allarme / sgancio | Centralina o sonda difettosa | Sostituire l'elemento difettoso |
| | | Assorbimento di corrente ai/oltre i limiti dei dati di targa | Ridurre il carico, fino al raggiungimento della corrente nominale oppure installare il kit di ventilazione forzata |
| | | Aria di raffreddamento che non circola regolarmente | Vedi "Posizionamento" ed "Aereazione" |
| | | Contatto elettrico del sensore imperfetto | Controllare, pulire e serrare tutti i contatti presenti nella catena di misura del sensore |

# Glossario tecnico

## CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEI TRASFORMATORI

La caratteristiche nominali dei trasformatori di cui bisogna tener conto per una corretta scelta sono:

**Tensione nominale di un avvolgimento (Vn)** è la tensione applicata o indotta nel funzionamento a vuoto del trasformatore tra i terminali di linea degli avvolgimenti.

**Tensione di cortocircuito (Uk %)**, è la tensione da applicare tra i terminali di linea di un avvolgimento per farvi circolare la corrente nominale quando i terminali dell'altro avvolgimento sono in cortocircuito. Questa tensione può essere suddivisa in una componente resistiva ed in una induttiva. Questo valore di tensione consente di calcolare la corrente di cortocircuito ai morsetti del secondario se si trascura l'impedenza a monte, secondo la formula:
**Icc = 100 In/Uk %.**

Con questa grandezza si determina inoltre l'impedenza del trasformatore, necessaria per il calcolo della corrente di cortocircuito nel sistema di distribuzione in Bassa Tensione mediante la formula:
**Z =Uk % Vn/100 In**

Le tensioni di cortocircuito dei trasformatori sono funzione della potenza del trasformatore e sono standardizzate sui valori 4% e 6%.

**Corrente a vuoto (I0)**, è la corrente di magnetizzazione del circuito magnetico che si instaura su un avvolgimento quando questo viene alimentato alla tensione e frequenza nominale (l'altro avvolgimento è a circuito aperto). Questo valore di corrente è espresso in % della corrente nominale del trasformatore. Il circuito magnetico è costituito da lamierini isolati.

**Corrente di inserzione**, è il picco di corrente di eccitazione che si verifica nel momento in cui si da energia al trasformatore. Il suo valore può inizialmente risultare anche 8-10 volte la corrente nominale dell'avvolgimento. La corrente di inserzione di un trasformatore deve essere nota per poter determinare le opportune tarature sui dispositivi di protezione associati.

**Rumore**, è provocato dalla magnetostrizione dei lamierini del circuito magnetico. Il rumore è funzione dell'induzione magnetica di lavoro del trasformatore e della qualità dei lamierini. Il livello di rumore può essere espresso in termini di **Pressione acustica Lp (A)**, oppure di **Potenza acustica Lw (A)** ed è indipendente dal carico.

**Perdite a vuoto (Po)**, rappresentano la potenza attiva assorbita dal trasformatore quando viene applicata la tensione nominale, alla frequenza nominale ad uno dei due avvolgimenti e con l'altro avvolgimento a circuito aperto. Le perdite a vuoto, dette anche perdite nel ferro, sono indipendenti dal carico ed equivalgono alla somma delle perdite causate dall'isteresi e dalle correnti parassite (Foucault).

**Perdite a carico (Pk)**, sono invece le perdite dovute alle correnti ohmiche presenti sui circuiti principali, alle perdite addizionali negli avvolgimenti ed alle perdite sulle masse metalliche. Queste perdite sono proporzionali al quadrato della corrente di carico e si esprimono ad una temperatura di riferimento normalizzata di 75° C per trasformatori in olio e 120° C per trasformatori in resina.

**Potenza nominale (Sn)** è il valore convenzionale della potenza assegnata ad un avvolgimento che insieme alla tensione nominale permette di determinare la corrente nominale.

# Glossario tecnico

| | Articolo | Tolleranza |
|---|---|---|
| 1 | a) Perdite totali<br>b) Perdite parziali<br>(a vuoto o a carico) | + 10% delle perdite totali<br>+ 15% di ognuna delle perdite parziali, a condizione che la tolleranza per le perdite totali non sia superata |
| 2 | Rapporto di trasformazione a vuoto sulla presa principale per una prima specifica coppia di avvolgimenti | Il più basso dei due seguenti valori:<br>a) ± 0,5% del rapporto dichiarato<br>b) ±1/10 della reale impedenza percentuale di corto circuito sulla presa principale |
| | Rapporto di trasformazione su altre prese per la stessa coppia di avvolgimenti | Deve essere concordato, comunque non inferiore al minore dei due valori di cui in a) e b) precedenti |
| 3 | Impedenza di cortocircuito per :<br>• trasformatori con avvolgimenti separati e a due avvolgimenti, oppure<br>• una specificata prima coppia di avvolgimenti separati in un trasformatore a più avvolgimenti | |
| | a) Presa principale | Quando il valore dell'impedenza è ≥10% ± 7,5% del valore dichiarato<br>Quando il valore dell'impedenza è < 10% ± 10% del valore dichiarato |
| | b) Qualsiasi altra presa della coppia di avvolgimenti | Quando il valore dell'impedenza è ≥10% ± 10% del valore dichiarato<br>Quando il valore dell'impedenza è < 10% ± 15% del valore dichiarato |
| 4 | Impedenza di corto circuito per:<br>• una coppia di avvolgimenti auto-connessi, oppure<br>• una seconda coppia specificata di avvolgimenti separati in un trasformatore a più avvolgimenti | |
| | a) Presa principale<br>b) Qualsiasi altra presa della coppia | ± 10% del valore dichiarato<br>± 15% del valore dichiarato |
| | • Ulteriori coppie di avvolgimenti | Da concordare comunque ≥15% |
| 5 | Corrente a vuoto | 5. Corrente a vuoto + 30% del valore dichiarato |

**Note:**

(1) Nel caso di trasformatori a più avvolgimenti, le tolleranze sulle perdite devono intendersi per ogni coppia di avvolgimenti a meno che la garanzia non precisi che esse si riferiscono ad una definita combinazione del carico.

(2) Per certi autotrasformatori e trasformatori booster la piccolezza della loro impedenza giustifica tolleranze più ampie. Trasformatori che hanno ampi campi di regolazione, in particolare se il campo è asimmetrico, possono anch'essi richiedere considerazione particolare.
Per contro, per esempio, quando un trasformatore deve essere associato a unità già esistenti, può essere giustificato specificare e concordare più esigue tolleranze sulle impedenze. I problemi relativi a speciali tolleranze devono essere evidenziati al momento della richiesta d'offerta e le tolleranze riviste concordate fra costruttore e acquirente.

(3) L'espressione "valore dichiarato" dovrebbe essere intesa come valore dichiarato dal costruttore.

ZUCCHINI

Distribuito da bticino

Zucchini
Via Conicchio, 34
25136 Brescia - Italia
info@zucchinispa.it
www.zucchinispa.it

Sede
BTicino Spa
Via Messina, 38
20154 Milano - Italia
www.bticino.it

## Organizzazione di vendita e consulenza tecnica

**Piemonte • Valle d'Aosta • Liguria**
UFFICIO REGIONALE
10098 RIVOLI (TO)
c/o PRISMA 88 – C.so Susa, 242
Tel. Q 011/9502611
Fax 011/9502666

**Lombardia**
UFFICIO REGIONALE
20154 MILANO
Via Messina, 38
Tel. Q 02/3480600
Fax 02/3480610

**Veneto Occidentale • Trentino Alto Adige**
UFFICIO REGIONALE
37047 SAN BONIFACIO (VR)
JJ CONSULTING Sas
Loc. Crosaron Villabella 18
c/o Soavecenter
Tel. 045/7612497
Fax 045/6104507

**Veneto Orientale • Friuli Venezia Giulia**
UFFICIO REGIONALE
35127 CAMIN – PADOVA
Via Vigonovese, 50
Tel. Q 049/8993011
Fax 049/8993066

**Emilia Romagna • RSM • Marche**
UFFICIO REGIONALE
40069 ZOLA PREDOSA (BO)
Via Nannetti, 5/A
Tel. Q 051/6189911
Fax 051/6189999

UFFICIO REGIONALE
60019 SENIGALLIA (AN)
Via Corvi, 18
Tel. Q 071/668248
Fax 071/668192

**Abruzzo • Molise • Puglia • Basilicata**
UFFICIO REGIONALE
70026 MODUGNO (BA)
Via Paradiso, 33/G
Tel. Q 080/5352768
Fax 080/5321890

**Toscana • Umbria**
UFFICIO REGIONALE
50136 FIRENZE
Via Aretina, 265/267
Tel. Q 055/6557219
Fax 055/6557221

**Lazio • Calabria • Campania**
UFFICIO REGIONALE
00153 ROMA
Viale della Piramide Cestia, 1
pal. C - 4° piano - int. 15/16
Tel. Q 06/5783495
Fax 06/5782117

UFFICIO REGIONALE
80040 S. MARIA LA BRUNA
TORRE DEL GRECO (NA)
Via dell'Industria, 22
Tel. Q 081/ 8479500
Fax 081/ 8479510

**Sicilia**
UFFICIO REGIONALE
95125 CATANIA
Via G. Battista Grassi, 17/A
Tel. Q 095/7178883
Fax 095/7179242

**Sardegna**
UFFICIO REGIONALE
09100 CAGLIARI
c/o centro Commerciale I MULINI
Piano Primo int. 1
Via Piero della Francesca, 3
Località Su Planu
Tel. Q 070/541356
Fax 070/541146

AD-ITZDE11G/TA - Edizione 03/2011

Il presente stampato annulla e sostituisce la guida ZDE08G/TA
BTicino S.p.A. si riserva il diritto di variare in qualsiasi momento i contenuti del presente stampato e di comunicare, in qualsiasi forma e modalità, i cambiamenti apportati.